

# Die Donau-Ufer-Bahn in Wien.

Vortrag, gehalten am 2. März 1878

von

**Ludwig Huss,**

Unterbau-Referent der k. k. Direction für Staats-Eisenbahnbauten.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 22, 23 und 24.)

## Beschreibung der generellen Anlage.

Die Donau-Ufer-Bahn ist die jüngste und kleinste der Eisenbahnlinien, welche in neuerer Zeit durch die k. k. Staatsverwaltung ausgeführt worden sind.

Das Blatt Nr. 22 zeigt die sämtlichen Bahnanlagen in und um Wien; der dicke Strich längs des rechten Ufers der regulirten Donau stellt die Donau-Ufer-Bahn, die punctirte Verlängerung dieses Striches flussabwärts, die in Aussicht genommene Weiterführung derselben nach Kaiser-Ebersdorf dar. Nebenbei bemerkt, ist hier auch die projectirte, innere Verbindungsbahn punctirt dargestellt, eine Linie, welche unter der Nordwestbahn-Brücke von der Donau-Ufer-Bahn abzweigt, sich in das Niveau der Nordwestbahn erhebt, zum Nordwestbahnhofe und von da — oben über den Strassen hin — zum Nordbahnhofe führt. Das Inslebentreten dieser Linie, wenn es überhaupt eintreten sollte, wird jedoch wahrscheinlich lange auf sich warten lassen.

Die Donau-Ufer-Bahn ist hiernach allerdings ein unscheinbares Bauwerk; ihre Durchführung ist jedoch nichtsweniger als einfach gewesen, und wenn Ghoga einst sagte: „der Bau der Wiener Verbindungsbahn ist schwieriger als der der ganzen Semmeringbahn“, so charakterisirte er damit auch den Bau der Donau-Ufer-Bahn.

Diese Bahn ist eine eminente Transitbahn und eine eminente Localbahn, der Handel und der Krieg knüpfen grosse Erwartungen, stellen grosse Ansprüche an sie. Sie ist für den Einen eine Existenz-Bedingung, für den Andern ein Ruhestörer und ein Verkehrshinderniss; sie scheint Vielen einen fremdländischen, Manchen einen gefährlichen Charakter zu haben und Einigen — wie das immer vorkommt — gefällt gerade das Polizeiwidrige an ihr.

Diese Gegensätze fanden in dem Begehungs-Protokolle über den Bau der Donau-Ufer-Bahn und den Erweiterungsbau der Station Nussdorf ihren Ausdruck. Die betreffenden Protokolle sind zusammen 204 vollgeschriebene Seiten stark und haben somit den 2 $\frac{1}{4}$ fachen Umfang des Begehungs-Protokolles der 107<sup>km</sup> langen Dalmatiner Linie.

Die Donau-Ufer-Bahn ist bestimmt, den Güterverkehr zwischen den am Donau-Ufer gelegenen Bahnhöfen untereinander und mit den Industrie- und Handels-Etablissements, welche längs des Ufers vorhanden sind oder entstehen werden, zu vermitteln. Zu diesem Behufe bedarf dieselbe keiner eigenen Güterwagen. Die Bahn ist vorläufig nur eingeleisig ausgeführt und besitzt gar keine Nebengeleise, weil bei dem Baue von dem Grundsatz ausgegangen wurde, dass dort, wo eine Wagon-Abgabe oder Uebernahme stattfinden soll, die betreffenden Interessenten die erforderlichen Anlagen auf eigene Kosten herstellen müssen. Dies vorausgesetzt, ist es jedoch auch principiell gestattet, an jeder Stelle Weichen in die Donau-Ufer-Bahn einzulegen oder die Bahn, auch im Niveau, zu kreuzen.

Um ein möglichst deutliches Bild der Anlage zu geben, wurden die Geleise-Anlagen, welche gegenwärtig durch die Donau-Ufer-Bahn in Verbindung gebracht sind, auf dem Blatt Nr. 22 dargestellt. Ich werde diese kurz erörtern.

Die Oesterreichische Staatsbahn bringt ihre Wagen vom Wiener Bahnhofe und stellt sie auf das erste Nebengeleise. Der Zug der Donau-Ufer-Bahn hält vor der Weiche. Sodann erfolgt die Uebergabe, beziehungsweise Uebernahme und es treten beide Locomotiven die Rückfahrt an. Dieser Verkehr beschränkt sich jetzt auf einen Zug mit durchschnittlich sechs Wagen täglich, welche Wagen für das Lagerhaus bestimmt sind oder von dort kommen.

Die übrigen hier befindlichen Geleise dienen für Zwecke der Verladung von Wasserfrachten auf die Bahn und umgekehrt.

Die nächsten Anlagen sind die des Lagerhauses der Stadt Wien. Diese bestehen in dem Lagerhaus-Bahnhofe und dem zugehörigen Uferbahnhöfe. Das Lagerhaus ist nach zwei Richtungen mit der Donau-Ufer-Bahn, der letztere ist mit derselben aber bis nun nicht in Verbindung gebracht, sondern ist durch eine besondere Bahnstrecke mit dem Lagerhause verbunden.

Da gegenwärtig das Lagerhaus der Stadt Wien den Hauptverkehr hat und da der Betrieb der Donau-Ufer-Bahn sowohl als der Lagerhausbahnen von der Nordbahn besorgt wird, gehen jetzt auch alle Züge in's Lagerhaus und von dort weiter. Der Verkehr des Lagerhauses mit der Nordbahn beträgt durchschnittlich täglich sechs Wagen nach beiden Richtungen. Die hauptsächlichste Fracht der Donau-Ufer-Bahn ist Getreide.

Der Lagerhausanlage folgt ein langes noch unausgenütztes Stück Bahn bis zum Uferbahnhöfe der Nordbahn. Der Verkehr in diesem Bahnhofe besteht vorzüglich in der Abgabe von Kohlen an die Schiffe. Auch der Flügel in die Gasanstalt wird von hier aus betrieben. Zwischen diesem Bahnhofe und dem Nordbahnhofe verkehren täglich in beiden Richtungen 19 Wagen; hievon gehen 12 in die Gasanstalt.

Ueber den Endpunct der Bahn, die Station Nussdorf der Kaiser Franz-Josefbahn werde ich später sprechen.

Der Verkehr auf der Donau-Ufer-Bahn, der heute noch kaum nennenswerth ist, wird voraussichtlich ein bedeutender werden, wenn alle Anschlüsse geschaffen sind und anderseits die Erwartungen, welche mit Recht an die künftige Entwicklung der Donau-stadt geknüpft werden können, Thatsache sein werden.

Es ist daher eine wohlbegründete Vorsicht, dass jetzt schon die Anlage eines zweiten und dritten, ja sogar eines vierten Geleises im Projecte vorgesehen und bereits auch ein Recht gesichert wurde, den hiezu erforderlichen Grund unentgeltlich beanspruchen zu können. Das dritte und vierte Geleise soll hierbei speciell als Aufstellungs-Geleise für Anschluss-Strecken dienen. Die Entfernung der Geleismittel wird 4·75<sup>m</sup> betragen.

## Grundzüge für den Bau und Betrieb.

Die Idee, einen so gross gedachten Verkehr ohne Schädigung anderweitiger Interessen in's Leben zu rufen, wäre nicht zu verwirklichen gewesen, wenn der Bau und Betrieb der Bahn an die Beobachtung der bestehenden Vorschriften geknüpft worden wäre. Das k. k. Handels-Ministerium hatte daher von vorneherein weitgehende Ausnahmen von den erwähnten Vorschriften in Aussicht genommen und hatte die ihm unterstehenden Aemter angewiesen,

bei den commissionellen Verhandlungen über den Bau und Betrieb, im Sinne derselben zu wirken. Hiedurch sind folgende Bedingungen zu Stande gekommen:

1. Die Fahrgeschwindigkeit darf  $8^{\text{km}}$  per Stunde nicht überschreiten, und es ist überdies bei sehr frequenten Wegübergängen, wie beispielsweise bei der oberen Einfahrt zum Landungsplatze der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, wo täglich 400 bis 500 Wagen verkehren, besondere Vorsicht anzuwenden.

2. Ist oben auf der Plattform der Locomotive eine Glocke anzubringen, welche durch Schläge das Publicum auf das Herannahen eines Zuges aufmerksam macht. Die Dampfpfeife darf nicht gebraucht werden.

3. Die Bahnwächter haben in erster Linie die Instandhaltung der Bahn zu überwachen, dieselben sind nur in zweiter Linie verpflichtet, das Publicum thunlichst von der Bahn ferne zu halten, ohne dafür verantwortlich zu sein.

4. Eine Absperrung der Bahn und sonach die Anbringung von Einfriedungen oder Schranken findet nicht statt.

5. Das Ueberschreiten der Bahn ist für Fussgänger überall gestattet, wo die Bahn beiderseits frei ist; das Ueberschreiten ist für Fuhrwerke und Reiter nur auf den Wegübergängen zulässig; das Gehen längs der Bahn und auf dem Bahnkörper ist verboten.

6. Eine strenge Anwendung der Vorschriften in betreff des feuergefährlichen Rayons ist nicht beabsichtigt.

Im Sinne dieser Bestimmungen ist die Bahnverwaltung von der Bevormundung und Ueberwachung des Publicums enthoben und ist letzteres verpflichtet, für seine eigene Sicherheit auch selbst zu sorgen. Dass das Publicum hiefür auch vollkommen reif ist, geht aus dem Umstande hervor, dass während des nun  $\frac{5}{4}$  jährigen Betriebes auch nicht der geringste Unfall vorgekommen ist.

Indem ich nur noch bemerke, dass der Verkehr der Donau-Ufer-Bahn einer gefällsämlichen Ueberwachung unterliegt, glaube ich den generellen Theil meiner Aufgabe erschöpft zu haben und gehe auf das Detail des Baues über.

Ich theile den Stoff in drei Gruppen, und zwar in die Bahn bis zur Donau-Canal-Brücke, in die Donau-Canal-Brücke und in den Erweiterungsbau der Station Nussdorf.

#### **Strecke von der Oesterreichischen Staatsbahn bis zur Donau-Canal-Brücke.**

Die Strecke an der Stadelauer Brücke bis zur Donau-Canal-Brücke ist  $8.1^{\text{km}}$  lang. Ihre Richtung bis zur Nordwestbahn-Brücke ist ungefähr parallel zur Uferlinie; von da an wendet sich dieselbe in einem Bogen von  $400^{\text{m}}$  Halbmesser zur Canal-Brücke. In der erstgenannten Strecke kommen Steigungen bis zu  $2\frac{1}{2}\%$  vor, in der letzterwähnten beträgt die Steigung  $12\frac{1}{2}\%$ . Die Bahn liegt in der unteren Strecke im zukünftigen Niveau der Donaulände, gegenwärtig aber fast durchwegs in einem ganz kleinen Einschnitte, in der oberen in einem Damme, welcher aus dem Materiale der kleinen Einschnitte hergestellt wurde. Wie aus dem Profile des Ufers, Blatt 22, zu sehen ist, werden die einzelnen Geleise der Donau-Ufer-Bahn sich staffelförmig dem Profile anschmiegen.

Der Aushub der Einschnitte wurde zuerst seitwärts geworfen, dann wurde der Oberbau gelegt und endlich wurden die sonst überschüssigen Aushubmassen mittelst Materialzügen in den Damm verführt. Die Einschnitte sind zumeist, der Damm ist ganz für

eine zweigeleisige Anlage ausgeführt. Nachdem das ganze Terrain aus Sand und Schotter gebildet ist, wurden die Einschnitte bloß auf die Höhe der Schwellen-Lagerflächen ausgehoben. Beiderseits der Bahn ist vorläufig ein  $0.25^{\text{m}}$  unter die Schwellenhöhe reichender Graben gezogen worden. Auf dieser Strecke befinden sich gegenwärtig 12 Niveau-Uebergänge. Bei denselben sind eichene Sicherheitsschwellen angebracht und es ist der Raum zwischen den Sicherheitsschwellen nebst einem  $1^{\text{m}}$  breiten Streifen ausserhalb der Schienen mit Granitwürfeln ausgepflastert. Bei jedem Wegübergange steht eine Warnungstafel, welche zu beiden Seiten eine Aufschrift im Sinne des vererwähnten Punctes 5 enthält und das Publicum aufklärt, auf sich selbst Acht zu haben.

Der Oberbau hat Stahlschienen von  $30\frac{1}{2}^{\text{kg}}$  Gewicht und Schwellen aus Eichenholz; die sämtlichen in das Geleise eingelegten Weichen und Kreuzungen sind nach den Typen der k. k. Direction für Staats-Eisenbahnbauten ausgeführt, die Mehrkosten dieser Weichen — verglichen mit dem currenten Oberbau — wurden jedoch von den betreffenden Interessenten bezahlt.

An feuersicheren Herstellungen wurde bloß bei den von dem Geleise unterfahrenen Donaubrücken die Verschalung eines  $3^{\text{m}}$  breiten Streifens der Holztheile über dem Geleise mittelst Blech ausgeführt, und dies nur, weil es die Eigenthümer der betreffenden Brücken verlangten. Der Hochbau der Donau-Ufer-Bahn umfasst bloß drei Wärterbuden; die weiteren für die Bahnerhaltung und den Betrieb erforderlichen Localitäten stellen die Anschlussbahnen zur Verfügung, und zwar theilweise unentgeltlich. Wie bereits erwähnt wurde, wird der Betrieb gegenwärtig durch die Nordbahn geführt. Der den Gesamtverkehr leitende Beamte hat jetzt seinen Sitz im Lagerhause; er steht mit den am Uferbahnhofe der Oesterreichischen Staatsbahn und der Nordbahn befindlichen Expeditions-Stellen und durch diese mit den betreffenden Hauptbahnen in directer telegraphischer Verbindung. Eine weitere Signalisirung existirt nicht; selbst bei Bahndurchkreuzungen sind keine Deckungssignale angebracht; die Weichen sind jedoch mit Bender'schen Signalscheiben versehen.

Die Nordbahn erhält für die Besorgung des Verkehrs- und commerciellen Dienstes einen Pauschalbetrag von jährlich 6000 fl.; sie verrechnet ferner die Bahnerhaltungskosten und erhält einen  $5\%$ igen Zuschlag zu den betreffenden Selbstkosten, als Vergütung für Werkzeuge und Utensilien. Endlich erhält dieselbe als Entschädigung für den Zugförderungsdienst per Locomotive und Stunde 2 fl. 50 kr. und für eine Stunde Zugbegleitung 25 kr. per Mann. Die entfallenden Frachtgebühren werden dafür selbstverständlich zu Gunsten der Donau-Ufer-Bahn erhoben. Dieser Vertrag kann vierteljährig gekündigt werden.

Ich erwähne endlich noch, dass die Strecke von der Stadelauer Brücke bis zur Gasanstalt im Interesse des städtischen Lagerhauses am 20. August 1876 in Angriff genommen und am 20. October desselben Jahres dem Betriebe übergeben wurde; die weitere Strecke wurde erst im folgenden Jahre begonnen, weil deren Vollendung vor dem Bau der Brücke keinen Zweck gehabt hätte und über letztere die nöthigen Feststellungen erst im folgenden Jahre stattfanden. Diese Strecke ist jedoch seit dem September v. J. ebenfalls fertig und hat bereits gedient, die Bestandtheile der Brücken-Construction bis zur Montirungsstelle zu fördern.

Die Baukosten der Strecke bis zur Donau-Canal-Brücke betragen mit Einschluss der Kosten der Bauleitung rund 200.000 fl.,

folglich per Meter 24 fl. 60 kr. Dabei treffen  $\frac{1}{4}$  des Betrages den Oberbau.

### Allgemeines über die Donau-Canal-Brücke.

Die zweite Gruppe von Bauten bildet die Donau-Canal-Brücke. Das Programm für dieses Bauwerk war durch einen Ministerial-Erlass vom 3. Jänner 1877 gegeben, mit welchem über die Anträge der Begehungs-Commission entschieden und die Baubewilligung erteilt wurde. Hienach war der Bau der Brücke an folgende Bedingungen geknüpft:

1. Der Donau-Canal und dessen beiderseitige Hufschläge sind mit einer einzigen Oeffnung von 55<sup>m</sup> senkrechter Lichtweite zu übersetzen; die Wasser-Anschlagsbreite in Nullhöhe darf durch Quaimauern auf 49·3<sup>m</sup> verringert werden.

2. Die beiderseitigen Hufschläge müssen eine Minimalbreite von je 2·84<sup>m</sup> erhalten und 3·79<sup>m</sup> über dem örtlichen Nullpuncte angelegt werden; die Unterkante der Trag-Construction muss 8·19<sup>m</sup> über Null liegen.

3. Die Flucht der beiderseitigen Brückenpfeiler und der Quaimauern muss parallel zum Stromstriche angelegt werden; bei der Ausführung darf weder die Schifffahrt noch der Verkehr auf den Treppelwegen leiden.

4. Zu beiden Seiten der Canal-Brücke sind Brücken über den Quai von 15·17<sup>m</sup> senkrechter Luftweite aufzuführen. Die Lichthöhe derselben muss 4·4<sup>m</sup> über einer Sohlenhöhe von 3·79<sup>m</sup> ober Null betragen.

5. Der Unterbau der Brücke ist für zwei Geleise, die Trag-Construction für nur ein Geleise herzustellen.

Auf Grundlage dieser Bestimmungen wurde nun an die Ausarbeitung der Detailprojecte geschritten, und zwar so energisch, dass das Project für den Unterbau am 22. Februar, das für den eisernen Ueberbau am 2. April v. J. fertig war.

Hierauf folgten die theils allgemein vorgeschriebenen, theils anderseits nöthigen Amtshandlungen der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen, der k. k. Statthalterei und des k. k. Handels-Ministeriums, worauf eine Concurrenz-Verhandlung bezüglich der Bau-Ausführung eingeleitet und sodann mit Genehmigung des k. k. Handels-Ministeriums der Unterbau der Brücke am 3. April an die Unternehmung Brüder Redlich & Berger, der eiserne Ueberbau aber am 9. Juni an die Prager Eisen-Industrie-Gesellschaft zu Kladno vergeben wurden. Beide Unternehmungen hatten die billigsten Offerte gestellt; beide haben die übernommenen Verpflichtungen musterhaft vollführt.

Die erstere hatte nun die Aufgabe, die vier Brückenpfeiler bis 1. October v. J. so weit aufzumauern, dass mit der Montirung begonnen werden könne, die zweite musste die Eisen-Constructionen — mit eventueller, alleiniger Ausnahme des zweiten und dritten Anstriches — bis letzten Februar 1878 vollenden. Sämmtliche Arbeiten der Brücke mussten bis 15. Mai d. J. beendet werden. Diese Termine wurden bisher ganz eingehalten.

### Beschreibung des Unterbaues der Brücke.

Die Länge des Objectes beträgt ungefähr 150<sup>m</sup>. Die Brücke übersetzt den Donau-Canal unter einem Winkel von 40 Grad; ebenso gross ist der Winkel, unter welchem die linksseitige Quai-Brücke angelegt ist; der Uebersetzungswinkel der rechtsseitigen

Quai-Brücke beträgt 43 Grad. Die Trace liegt nämlich auf der linksseitigen Quai-Brücke und auf nahezu der ganzen Hauptbrücke in einer Geraden, auf der rechtsseitigen Quai-Brücke aber in einem Bogen von 183<sup>m</sup> Halbmesser. Der Anfang dieses Bogens trifft noch ungefähr 5<sup>m</sup> vom Träger-Ende auf die Canal-Brücke. Die Nivellete liegt auf der ganzen Brücke horizontal.

Aus den vorangeführten Lichtweiten, aus den gewählten Constructionsformen und den eben besprochenen Richtungsverhältnissen ergibt sich die Lichtweite der drei Oeffnungen in der Trägeraxe gemessen mit 24·3, 86·18 und 22·9<sup>m</sup>. Die Entfernung der Mittel der Tragwände mit 4·54, 4·96 und 5·00<sup>m</sup>, wobei im Bogen eine Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges um 8<sup>cm</sup> angenommen ist und auf die Anwendung einer Uebergangscurve aus ökonomischen Rücksichten und wegen der geringen Entfernung dieser Stelle von der Einfahrtsweiche in die Station Nussdorf verzichtet wurde.

Die beiden Landpfeiler wurden für die Breite von zwei Geleisen ausgeführt, die Trennungspfeiler, ebenso fundirt, sind jedoch nur für die Breite des flussabwärtigen Geleises aufgemauert worden.

Die Fundirung der Pfeiler sowohl, als der beiderseitigen Quaimauern erfolgte — auf Grund einer Einsicht in die Aufzeichnungen über die bei der pneumatischen Fundirung der Widerlager des Sperrschiffes aufgeschlossenen Erdschichten — durch Pilotirung und Betonirung des Baugrundes. Dieser besteht nämlich aus Schichten von Schotter und mehr oder weniger reinem Sand.

Die Schichten wurden bei den Pfeilern bis ungefähr auf die Tiefe von 1·7, bei den Quaimauern aber bis 3·0<sup>m</sup> unter Null abgehoben. Hierauf wurden die Grundpiloten und die Spundwände oder Spund-Dielenwände geschlagen, sodann die Piloten ungefähr 1·0<sup>m</sup> unter Null, unter Wasser abgesägt und endlich wurde die Grube innerhalb der Wände, bis zur Höhe des jeweiligen Wasserstandes ausbetonirt, ausserhalb der Wände aber durch Steinwurf ausgefüllt. Ueber dem Beton ist Mauerwerk aus unregelmässigen Bruchsteinen mit einer Verkleidung aus Quadern von Neuhauser Granit ausgeführt worden; der Aufbau der Pfeiler über der Höhe der Auflagenquader ist aus Quadern von Mannersdorfer Kalkstein ausgeführt worden.

Der Bau der Brückenpfeiler wurde am 16. April v. J. mit der Abtragung der über den beiden Landpfeilern gelegenen Inundationsdämme in Angriff genommen. Ich werde der Vollständigkeit halber, obgleich ich damit nichts Neues vorführe, dem Baue der Pfeiler doch einige Worte widmen.

Ueber den Aushub im Trockenen ist nichts zu bemerken. Der Aushub unter Wasser wurde bei dem linksseitigen Landpfeiler mittelst eines Dampfbaggers, jener der beiden rechtsseitigen Pfeiler mittelst Krahn-Baggerschaufel von 0·1 bis 0·2<sup>km</sup> Fassungsraum bewirkt; am linksseitigen Trennungspfeiler kamen abwechselnd beide Apparate zur Anwendung. Wie vorausgesehen war, stiess man beim Aushube für die Trennungspfeiler bald auf alte Uferschutzbauten. Diese sehr solid ausgeführten Bauwerke mussten entfernt werden. Hiebei sind nun, namentlich am linken Ufer, ganz ausserordentliche Schwierigkeiten aufgetreten. Es waren hier Pilotenwände und Steinwürfe zu beseitigen; alle Versuche, die Piloten auszuziehen, waren fruchtlos. Es blieb somit nichts übrig, als die Piloten mittelst Dynamit zu sprengen, was denn auch

geschah: Die Baggerarbeit war beim linksseitigen Landpfeiler Anfangs Juni, beim rechtsseitigen Anfangs Juli, bei den beiden Trennungspfeilern und der linksseitigen Quaimauer Anfangs August, bei der rechtsseitigen Quaimauer Anfangs October beendet. Sobald eine Baugrube fertig ausgehoben war, wurde mit den Pilotirungs-Arbeiten begonnen. Diese Arbeiten wurden fast ausschliesslich mit Handrammen vorgenommen. Die Grundpiloten drangen durchschnittlich auf die Tiefe von 4·8<sup>m</sup> unter Null ein; noch um einen Meter tiefer gelang es, die zum Schutz der Bauten gegen Unterwaschungen angebrachten Spundwände einzutreiben. Die ausschliesslich zum Zwecke der Fassung des Betons angeordneten Spund-Dielenwände wurden nur bis zur Tiefe von 3·2<sup>m</sup> unter Null geschlagen. Hierauf wurden die Grundpfähle unter Wasser abgesägt und wurde die Baugrube bis zum Wasserspiegel ausbetonirt. Diese Arbeit war bei den Landpfeilern Anfangs August, bei den Trennungspfeilern mit Ende August, bei den Quaimauern mit Ende October beendet.

Die weitere Aufmauerung der Landpfeiler bis zur Höhe der Trägerlager wurde mit Anfang October, die der Trennungspfeiler mit Anfang November geschlossen; die Vollendung der Quaimauern und der Pfeiler-Abschlüsse erfolgte im April d. J.

Für diese Arbeiten hat die k. k. Direction für Staats-Eisenbahnen folgende Preise bezahlt: Für den Kubikmeter Erdaushub über Null 1 fl., unter Null 2 fl. 40 kr., für den Meter weicher runder Grundpiloten von 0·18<sup>m</sup> Minimal-Durchmesser 55 kr., für das Einrammen derselben per Meter Eindringungstiefe 3 fl.; für den Quadratmeter 0·21<sup>m</sup> starker, weicher Spundwand 13 fl. 75 kr., für den Quadratmeter 0·13<sup>m</sup> starker, weicher Spund-Dielenwand 9 fl. 60 kr., wobei die Wände mit dem Ausmaasse nach erfolgtem planmässigen Abschneiden der Pfähle berechnet wurden. Die zur Anwendung gelangten Pfahlschuhe wurden, wenn sie aus Schmiedeeisen waren, mit 23 fl., aus Gusseisen mit 14 fl. per 100<sup>ks</sup> bezahlt.

Für die Erschwernisse bei der Fundirung, die Herstellung von Provisorien für die Hufschläge, dann für Gerüste, Apparate und den Schutz der Baugraben etc. war ein Pauschale von 16.000 fl. ausgeworfen. Es wurde ferner Beton- und Bruchstein-Mauerwerk per Kubikmeter mit 8 fl. 50 kr., nichtprofilirtes Quader-Mauerwerk aus Neuhauser-Granit mit 75 fl., profilirtes Quader-Mauerwerk aus eben diesem Steine mit 90 fl. bezahlt. Die Auflagequader aus Neuhauser Granit endlich kosteten 130 fl. und die profilirten Quader der Pfeiler-Aufbauten (Mannersdorfer Stein) kosteten 75 fl. per Kubikmeter. Die Gesamtleistung war hierbei 12.000<sup>kbm</sup> Erdaushub und Baggerung, 570 Stück Piloten, 2140<sup>m</sup> Spund- und Spund-Dielenwände, 1420<sup>kbm</sup> Steinwürfe, Pflaster und Trockenmauern, 2200<sup>kbm</sup> Beton, 2450<sup>kbm</sup> Bruchstein-Mauerwerk, 175<sup>kbm</sup> Granitquader-Mauerwerk und 800<sup>kbm</sup> Kalkstein-Quaderwerk.

Es kostet sonach der ganze Unterbau der Brücke einschliesslich der Quaimauern und der Pfeiler-Aufmauerungen ungefähr 186.000 fl., wobei auf je einen Landpfeiler circa 35.000 fl., auf je einen Trennungspfeiler circa 26.000 fl., auf die Quaimauern und Uferanschlüsse circa 64.000 fl. entfallen.

### Beschreibung des eisernen Ueberbaues.

Die Projects-Ausarbeitung ergab, dass die Ueberbrückung der Hauptöffnung durch einen Träger mit gekrümmtem Obergurt,

jene der Quaibrücken durch Träger mit geraden Gurten — beides wie schon im Vorprojecte angenommen war — in ökonomischer sowohl, als in ästhetischer Hinsicht das Zweckmässigste sei. Der krummgurtige Hauptträger sollte hiernach ein Halb-Parabelträger werden, dessen Endständer die Höhe der Träger der Quaibrücken erhalten mussten. Diese Höhe wurde nach einigen Versuchen mit 3·4<sup>m</sup> angenommen, d. i. mit  $\frac{10}{78}$ , beziehungsweise  $\frac{10}{75}$  der Stützweite der Quaibrücken, wobei diese Höhe mit Rücksicht auf die Erzielung möglichst günstiger Diagonal-Anschlüsse an den Endständern der Hauptträger möglichst gross gewählt wurde. Dem Hauptträger wurde in der Mitte die Höhe 11·5<sup>m</sup>, d. i.  $\frac{10}{77}$  der Stützweite gegeben.

Die Knotenpunkte wurden nun zwischen diesen beiden Höhenpunkten in einem Kreisbogen von 126·5<sup>m</sup> Halbmesser angelegt, die Gurtstücke zwischen je zwei Knoten wurden geradlinig ausgeführt. Durch diese Anordnung, mit welcher keine Nachtheile verbunden sind, wurde der Vortheil erreicht, dass sämtliche Constructionstheile des Obergurtes in allen Knotenpunkten im gleichen Winkel abzubiegen waren.

Sämmtlichen Gurten wurde ein T förmiger Querschnitt gegeben; beim Obergurt der Hauptbrücke ist der untere Rand der doppelten Stehbleche beiderseits durch eine Lamelle gesäumt und sind an den Rand der Gurtlamellen noch Winkel angenietet. Diese Winkel zählen mit zum Nutzquerschnitt und geben dem Gurte ein kräftiges, gefälliges Aussehen. Die Oesterreichische Staatsbahn hat die gleiche Gurtform bei der 39<sup>m</sup> weiten Adlerbrücke auf der Strecke Chotzen-Braunau angewendet.

Sämmtliche Träger sind als unsymmetrische Fachwerke, und zwar die der Quaibrücken als einfache, die der Hauptbrücke als doppelte ausgebildet. Letztere unterscheiden sich durch fast nichts von dem Fachwerke der Träger der Donaubrücke der Nordbahn. Die normale Fachwerksweite beträgt bei den Quaibrücken 2·7 bis 2·9<sup>m</sup>, bei der Hauptbrücke 5·9<sup>m</sup>. Ich erwähne ferner, dass in Folge der bedeutenden Schiefe der Brücke, in den Fachwerken der Quaibrücken Unregelmässigkeiten vorkommen, ferner, dass mit einer einzigen Ausnahme die ersten Knotenpunkte neben den Endständern aller Träger keine Verkehrslasten aufzunehmen haben.

Die bedeutende Schiefe der Brücke führte nämlich dazu, ein Mittel zu suchen, wodurch die schiefe Lagerung der Oberbauschwellen auf den Schwellenträgern umgangen werden könne. Als solches Mittel ergab sich bei den Landpfeilern und am trapezförmigen Mittelpfeiler die directe Auflagerung von senkrecht endenden Schwellenträgern auf das Mauerwerk, ein Mittel, welches bei den Constructionen, welche die Nordbahn in Wien ausgeführt hat, wiederholt angewendet erscheint. Auf dem linksseitigen Trennungspfeiler aber wurde, da es möglich war, hier die festen Auflager der Trag-Constructionen anzuordnen, eine kleine Brücke zwischen den Fahrbahnen der beiden Constructionen angebracht. Die Verbindung dieser Zwischen-Construction ist, um bei der Einsenkung der Träger nicht zu leiden, mittelst Schraubenbolzen hergestellt, welche sich in schlitzzartigen Löchern befinden, und so die freie Einsenkung der Träger gestatten.

Die beweglichen Lager der Brücken befinden sich am linksseitigen Landpfeiler und am trapezförmigen Trennungspfeiler; auf letzterem ist auch die Dilatations-Vorrichtung für den Oberbau angebracht. Der Druck der Lager auf die Unterlagsquader beträgt

im ungünstigsten Falle durchschnittlich  $16^{kg}$ , jener der Unterlagsquader auf das Mauerwerk  $5^{kg}$ , die Basis der Pfeiler wird jedoch nur mit  $2 \cdot 2^{kg}$  per Quadrat-Centimeter in Anspruch genommen.

Wie ich früher erwähnt habe, liegt die rechtsseitige Quai-Brücke in einem Bogen von  $183^m$  Halbmesser. Dieser Umstand war Veranlassung, die Schwellenträger bei dieser Brücke gegen die Träger-Enden zu stufenförmig dem Bogen folgen zu lassen. Mit dieser Anordnung sind keine Nachtheile, es ist aber der Vortheil einer redenswerthen Ersparung an den Oberbauschwellen damit verbunden. In Folge der Bogenlage dieser Brücke mussten endlich auch die beiden Tragwände derselben etwas verschieden dimensionirt werden.

Indem ich somit die beiden Quai-Brücken als abgethan betrachte, gebe ich nun noch einige Details über die Canal-Brücke selbst, in Erläuterung der auf Blatt 23 und 24 dargestellten Pläne derselben. Beachtenswerth scheint mir die Material-Vertheilung in den Gurten zu sein. Diese ist nämlich so getroffen worden, dass die beiden Stehbleche und die erste Gürtlamelle nebst den beiden Winkeln, durch welche die Stehbleche mit den Lamellen verbunden sind, in der Nähe eines jeden Knotenpunctes zum Stosse gelangen.

Durch diese Vertheilung war es möglich, aus den genannten fünf Stücken schon im Werke vernietete steife Balken von Knotenlänge zu bilden, wodurch die Montirung an der Baustelle wesentlich erleichtert wurde. Auch die übrigen Theile des Gurtes sind innerhalb einer Entfernung von  $2^m$  rechts oder links von jedem Knoten gestossen worden; die Deckung der Stösse ist unter der Annahme durchgeführt, dass jede indirecte Stossdeckung eine Vermehrung der Uebertragungsnieten bedingt. Diese Annahme führte zu sehr langen kräftigen Decklamellen, durch welche der Gurt indirect auch an Steifigkeit gewinnt. Weiters möchte ich noch auf den Umstand aufmerksam machen, dass die sämtlichen Verticalen, die Querträger und die oberen Querverbindungen im Werke für sich ganz fertig gemacht werden konnten. Am Bauplatze wurden aus diesen Theilen mittelst einiger Schraubenbolzen steife Rahmen gebildet, welche auf den Untergurt aufgesteckt werden konnten. Die Montirung begann bei den beiden Quai-Brücken und erfolgte in der Zeit vom 22. November v. J. bis zum 12. Jänner d. J., wobei an jeder der beiden Brücken 15 Monteure durch 20 Tage arbeiteten. Noch während an denselben gearbeitet wurde, wurden auf der linksseitigen Quai-Brücke die Untergurte der Hauptträger, so weit als thunlich war, genietet. Diese Arbeit wurde nur nebenbei gemacht und langsam betrieben, weil das Montirungsgerüste der Hauptbrücke noch unvollendet war. In der Zeit vom 6. bis 12. Jänner l. J. wurden die Gurten auf ihren richtigen Platz am Gerüste geschoben. Die weitere Montirung begann nun von den beiden Träger-Enden aus. Die Endständer und ersten Verticalen wurden mit freier Hand aufgestellt, sodann wurden successive bei den einzelnen Knoten in wagrechter Lage die vorerwähnten Rahmen gebildet und mittelst zweier Differential-Flaschenzüge, die an dem letzten bereits aufgewählten Knotenpuncte befestigt waren, aufgerichtet und auf die Stehbleche des Untergurtes an der richtigen Stelle aufgesteckt. Während man nun die Rahmen provisorisch festhielt, wurde dann sofort auch das betreffende Stück des Obergurtes aufgezo- gen und an das bereits aufgebraute Stück des Obergurtes und auf die neu aufgestellte Verticale aufgebracht und mittelst einiger Schraubenbolzen provisorisch verbunden. Die betreffenden Schwellen-

träger wurden immer gleichzeitig auch eingelegt und verbolzt, desgleichen auch die Diagonalen des Fachwerkes.

Auf diese Weise ist die ganze Trag-Construction trotz der sehr ungünstigen Januar-Witterung und heftiger Stürme in 15 Tagen aufgestellt worden. Interessant war hiebei die Einfügung des mittleren Gurtstückes. Als man dieses Stück aufbrachte, zeigte sich, dass die Entfernung der Knoten um etwa  $4^{cm}$  kürzer war, als sie sein sollte. Um nun die richtige Weite zu erzielen, mussten beide Trägerstücke successive auf den Wänden, auf welchen sie ruhten, gehoben werden, so lange, bis die nothwendige Erweiterung eintrat und es möglich wurde, die zusammengehörigen Nietlöcher übereinander zu bringen. Diese Arbeit erforderte ungefähr acht Stunden Zeit, ging jedoch anstandslos vor sich. Die Construction war während der Zusammenstellung immer schon so stabil, dass die Stürme keine merklichen Schwankungen verursachten. Der ersten Zusammenfügung folgte die Aufbringung der weiteren Gürtlamellen, des Windverbandes etc. und die Nietarbeit unmittelbar nach, so dass die ganze Construction schon am 20. Februar d. J. bis auf den letzten Anstrich fertig war. An diesem Felde arbeiteten circa 60 Mann durch 50 Tage.

Hierauf wurde der Oberbau gelegt und die Bedielung angebracht; diese Arbeiten wurden ungefähr mit Mitte März vollendet und am 15. April wurde die behördliche Belastungsprobe vorgenommen. Die technisch-polizeiliche Begehung hat am 3. Mai stattgefunden.

Erwähnt wird endlich noch, dass die Brücke schon im Werke stehend montirt war, was mit ein Grund gewesen ist, dass die Montirung am Platze so anstandslos, so ungewöhnlich rasch und ohne ein Hochgerüst und Krahne, sonach auch mit sehr geringem Kostenaufwande vollführt werden konnte. Die Prager Eisen-Industrie-Gesellschaft hat sich damit — nach meiner Ansicht — ein wesentliches Verdienst um den Brückenbau erworben, dass sie die erwähnte Montirungsart eingeführt hat.

#### Statistische Berechnung, Gewichts- und Kosten-Angaben.

Die Besprechung des Gewichtes und der Kosten der Brücke ist insoferne von Werth, als ja die Ziffern des Brückengewichtes und der Kosten bei sachgemässer Anwendung ein sehr massgebendes Urtheil über den praktischen Werth einer Construction zulassen.

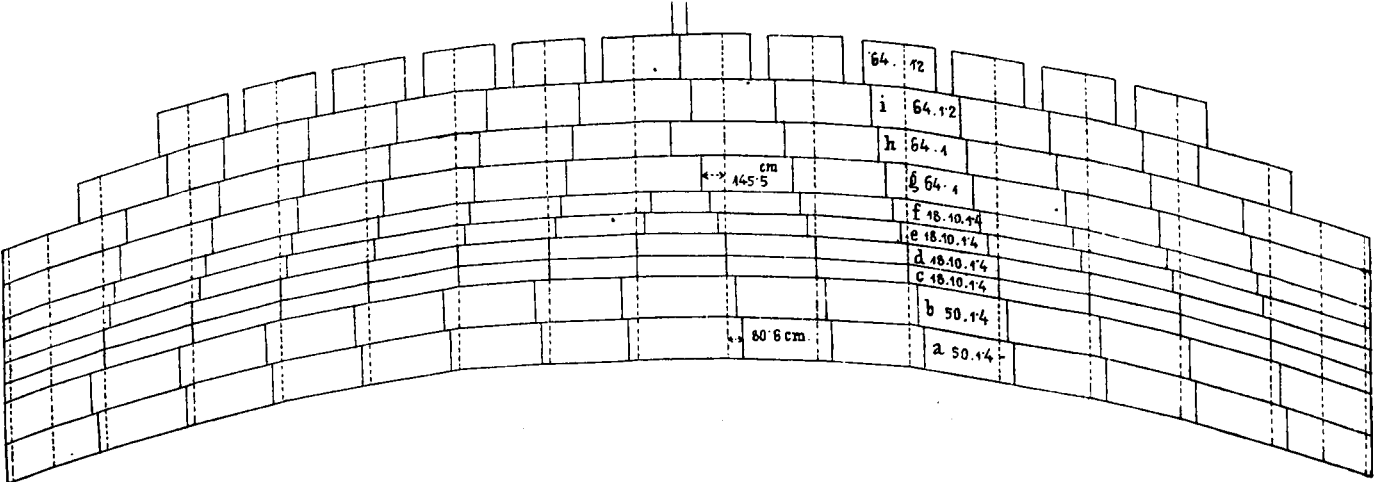
Das Eigengewicht einer Construction ist von den Annahmen in Betreff der Verkehrs-Belastungen und in Betreff der Inanspruchnahme des Brücken-Materiales abhängig, ich kann daher nicht umhin, auch diese beiden Factoren in die Besprechung einzubeziehen.

Der Berechnung der Hauptbrücke ist zur Ermittlung der Gurtspannungen eine Verkehrslast von  $4 \cdot 0$  Tonnen, zur Ermittlung der Spannungen im Fachwerke von  $4 \cdot 4$  Tonnen per Meter zu Grunde gelegt; das Eigengewicht beträgt  $3 \cdot 5$  Tonnen per Meter. Die aus diesen Annahmen resultirenden Spannungen erzeugen im Obergurte eine Inanspruchnahme von im Maximum 717, im Untergurte von 796, in den Verticalen von 526 und in den Diagonalen von  $786^{kg}$  per Quadrat-Centimeter Nutzquerschnitt. Die Querträger werden durch eine schwerste Sechskuppler-Locomotive der Nordbahn mit 528, die Schwellenträger mit 584, durch eine schwere Achtkuppler-Locomotive aber mit  $800^{kg}$  per Quadrat-Centimeter beansprucht. Die Inanspruchnahme der Nieten beträgt  $600^{kg}$ , und es sind hiebei die Nietloch-Leibungen nicht über  $1200^{kg}$  per

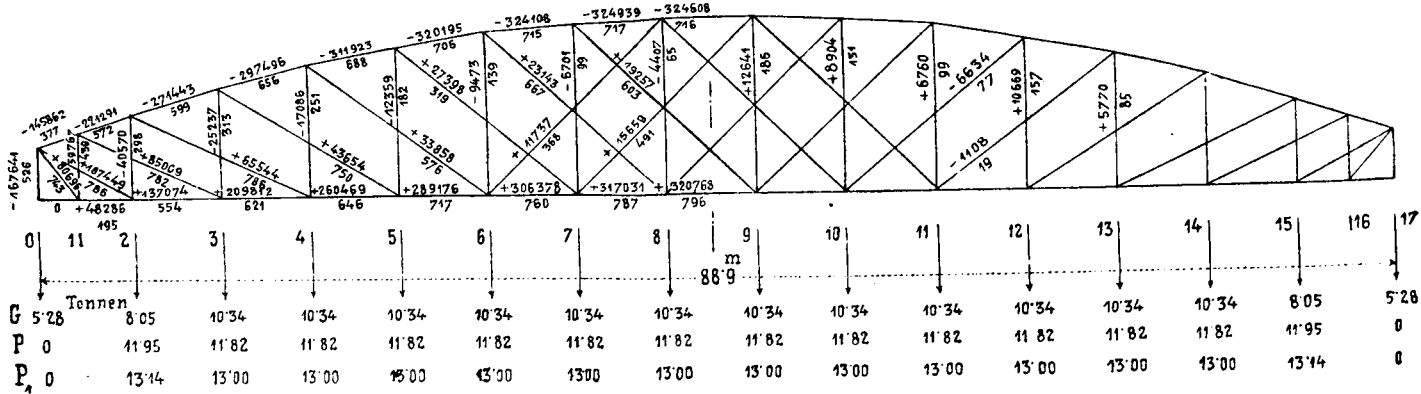
Quadrat-Centimeter Projection in Anspruch genommen. Wie aus den Zeichnungen zu ersehen ist, wurde ein kräftiger oberer und unterer Windverband angebracht; die Dimensionirung desselben basirt

auf der Annahme eines Winddruckes von 0.825 Tonnen per Meter Stützweite. Weitere Details hierüber enthalten die nebenstehenden Schemas.

Material-Vertheilung im Obergurt.



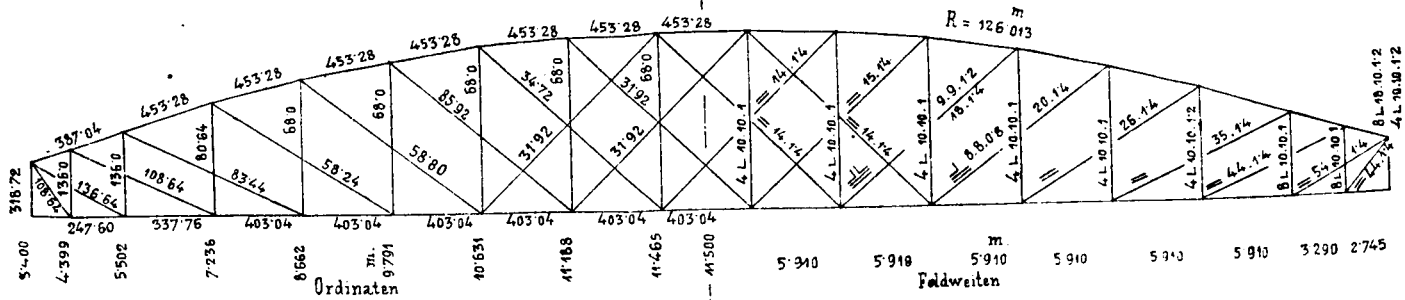
Grösste Spannungen entgegengesetzten Sinnes in Kilogr. — Inanspruchnahme per Quadr.-Centim. in Kilogr.



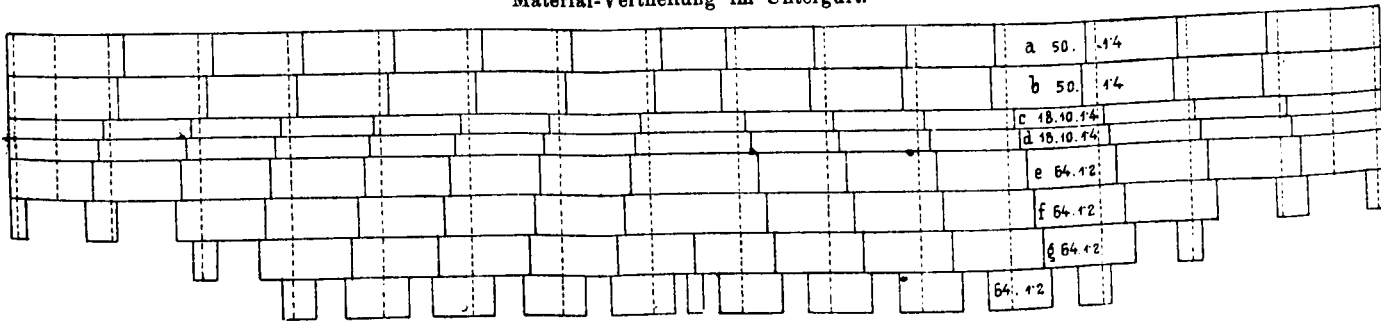
1 : 500

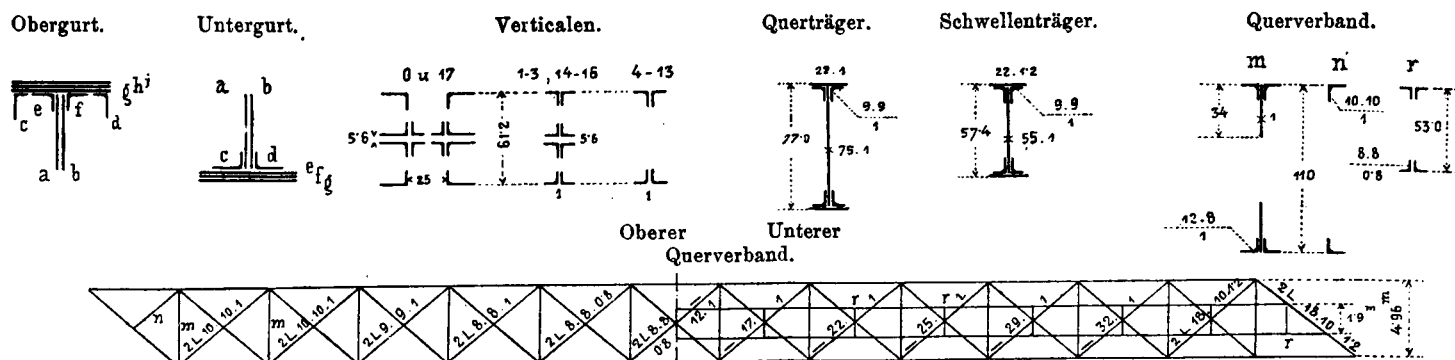
Netto-Querschnitt in Quadr.-Centim.

Brutto-Querschnitt in Centim.



Material-Vertheilung im Untergurt.





Das Schmiedeeisen-Gewicht der Hauptbrücke beträgt 285.300<sup>kg</sup>, d. i. per Meter Stützweite 31·2 l + 433<sup>kg</sup>. Vergleicht man dieses Gewicht mit dem von Brücken ähnlicher Spannweite, so ergibt sich, dass dieses Gewicht, trotz der grossen Schiefe der Brücken — welche ein Mehrgewicht von etwa 1¼% im Gefolge hat — um ungefähr 6% geringer ist als jenes der jüngsterbauten Nordwestbahn-Brücke in Wien, desgleichen um 12% geringer als jenes der Theissbrücke bei Algyö und endlich um 15% geringer als das der Elbebrücke bei Tetschen.

Es wiegt nämlich — wenn ich aus richtigen Quellen schöpfte — die ersterwähnte Brücke, welche 82·17<sup>m</sup> Stützweite hat, 262·300<sup>kg</sup>, d. i. per Meter 34·5 l + 352; die Theissbrücke hat 104·5<sup>m</sup> Stützweite und wiegt (auf die gleiche Basis gebracht) per Meter 36·4 l + 426; die Brücke bei Tetschen endlich, mit einem continuirlichen Träger über zwei Oeffnungen von je 100<sup>m</sup> Stützweite wiegt per Meter 38 l + 400<sup>kg</sup>. Indem nun die genannten älteren Brücken schön und rationell construirt sind, ergibt sich hieraus neuerdings ein praktischer Beweis dafür, dass krummgurtige Träger bei der Spannweite von circa 90<sup>m</sup> um ungefähr 10% weniger Material erfordern als parallelgurtige.

Inwieferne die Anfertigung der Träger mit krummen Gurten kostspieliger ist als solcher mit parallelen, ist schwer zu ermitteln und allgemein kaum zu beantworten. Im vorliegenden Falle aber habe ich begründete Ursache zu glauben, dass diese Mehrkosten nicht mehr als etwa 3% der Gesamtkosten betragen. Ich habe daher auch die feste Ueberzeugung, dass die Zukunft den Trägern mit gekrümmter Gurtung gehört. Erwähnt wird endlich noch, dass das zu den Constructionen verwendete Schmiedeeisen zahlreichen Zerreißproben unterworfen wurde. Das Ergebniss derselben war ein sehr günstiges, es trat der Bruch durchschnittlich bei 4100<sup>kg</sup> per Quadrat-Centimeter Zugbelastung ein, wobei dem Bruche eine Längen-Ausdehnung des Stabes von durchschnittlich 18% der Stablänge vorausging. Das Eisen war aus einem Gemenge von entphosphorten böhmischen und aus Innerberger Erzen hergestellt worden.

Die Trag-Constructionen der ganzen Donau-Canal-Brücke sind um den Pauschalbetrag von 93.500 fl. ausgeführt worden, in welchem Preise die Kosten der Montirungsgerüste inbegriffen sind. Es ergibt dies für 100<sup>kg</sup> Gewicht (Schmiedeeisen, Gusseisen, Stahl und Blei) 25 fl. 6 kr., für die Hauptbrücke allein aber den Gesamtbetrag von 74.655 fl.

Im Zusammenhalte mit den vorher ausgewiesenen Kosten für den Unterbau der Brücken und mit Einschluss der Kosten der eichenen Brückenhölzer und Bedielungen (4000 fl.), dann des Oberbaues (2200 fl.) und der Kosten der Projects-Arbeit und

Bauleitung, ergeben sich sonach die Kosten des ganzen Bauwerkes mit 309.000 fl.

### Erweiterungs-Bau der Station Nussdorf.

Dieser umfasst die dritte Gruppe der Herstellungen der Donau-Ufer-Bahn. Die Station Nussdorf der Kaiser Franz Josef-bahn besitzt gegenwärtig neben dem Hauptgeleise nur noch ein Nebengeleise und ein kurzes Stück Ladengeleise. Die Anlage ist für den gegenwärtigen Verkehr nicht mehr genügend, es war daher mit der nothwendigen Einführung der Donau-Ufer-Bahn in diese Station ein Umbau derselben unvermeidlich.

Dieser Umbau wird nach dem auf dem Blatte 22 dargestellten Plane, und zwar auf Staatskosten, daher durch die k. k. Direction für Staats-Eisenbahnbau ausgeführt.

Die Station wird hienach vier Neben- und zwei Ladengeleise erhalten und hiedurch geeignet werden, auch bei einem lebhaften Verkehr auf der Donau-Ufer-Bahn noch auszureichen. Der Umbau der Station wurde im November v. J. in Angriff genommen und soll Anfangs Mai l. J. so weit vollendet werden, dass der Betrieb der oberen Strecke der Donau-Ufer-Bahn eröffnet werden kann. Der ganze Bau wird mit Ende dieses Jahres beendet werden; die Herstellungskosten betragen circa 230.000 fl.

Die behördlichen Belastungsproben wurden am 15. April 1878 mittelst vollkommen ausgerüsteter Lastzugmaschinen der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn vorgenommen. Das betreffende Protocoll sagt hierüber Folgendes:

„Die dieser Probelastung äquivalente gleichförmig vertheilte Belastung betrug:

1. Beim rechten Brückenfelde . 4163<sup>kg</sup>
2. „ Mittelfelde . . . . . 3944<sup>kg</sup>
3. „ linken Seitenfelde . . 4140<sup>kg</sup> per laufendem Meter per Geleise.

Diese aufgebrauchte Probelast entspricht:

1. Beim rechten Brückenfelde . . . . . 92·3 Percent
2. „ Mittelfelde . . . . . 98·6 „
3. „ linken Seitenfelde . . . . . 94·6 „

der durch die hohe Verordnung vom 30. August 1870 vorgeschriebenen Belastung.

Die durch diese Probelast hervorgerufenen Einsenkungen waren folgende:

Nach Auffahren des Probezuges ergaben sich:

1. Beim rechten Seitenfelde . . . . . 13<sup>mm</sup>
2. „ Mittelfelde . . . . . 38<sup>mm</sup>
3. „ linken Seitenfelde . . . . . 15<sup>mm</sup>.



Während der Belastungsdauer durch beinahe eine Stunde blieben die Einsenkungen bei den beiden Seitenfeldern constant, und stieg dieselbe bei dem Mittelfelde von 38 auf 40<sup>mm</sup>.

Nach den vorgenommenen Entlastungen ergaben sich bei den Seitenfeldern keine permanenten Einsenkungen und betrug dieselbe bei dem Mittelfelde 2<sup>mm</sup>.

Beigefügt wird, dass die Brücke bereits durch drei Wochen mittelst Materialzügen befahren wurde.

Es betragen demnach die maximalen elastischen Einsenkungen:

1. Beim rechten Seitenfelde 13<sup>mm</sup>, d. i.  $\frac{1}{1015}$  der Stützenweite
2. „ Mittelfelde . . . 38<sup>mm</sup>, d. i.  $\frac{1}{2840}$  „ „
3. „ linken Seitenfelde 15<sup>mm</sup>, d. i.  $\frac{1}{1750}$  „ „

Werden diese Einsenkungen auf die Verordnungslast bezogen, so ergeben sich:

1. Beim rechten Seitenfelde 14<sup>mm</sup>, d. i.  $\frac{1}{1718}$  der Stützenweite
2. „ Mittelfelde . . . 38·5<sup>mm</sup>, d. i.  $\frac{1}{2310}$  „ „
3. „ linken Seitenfelde 16<sup>mm</sup>, d. i.  $\frac{1}{1640}$  „ „

Bei der vorgenommenen Schnelfahrt mit drei Maschinen, bei einer Geschwindigkeit von circa 15<sup>km</sup> (die localen Verhältnisse lassen eine grössere Geschwindigkeit nicht zu), wurde eine totale Seitenschwankung des mittleren Feldes von circa 6<sup>mm</sup> beobachtet, d. i. 3<sup>mm</sup> gegen die Directrice.“

## Einiges über den Bau des Gotthard-Tunnels.

Von

Ingenieur **Genauak**,

Lehrer an der k. k. Staatsgewerbeschule in Reichenberg.

(Schluss.)

### 2. Die Schutterung.

Wie sofort aus Früherem schon erklärlich, wird die Schutterung im Firststollen, sodann in der II. Etage des Sohlenschlitzes schwieriger sein, als in den seitlichen Erweiterungen und der I. Etage des Sohlenschlitzes. Im Firststollen geht dieselbe folgenderweise vor sich:

a) Wenn das Bohrgestelle nach vollendeter Bohrung in die Ausweiche oder erste seitliche Erweiterung zurückgeschoben wird.

Es wird die I. Etage abgeschossen, sodann sechs kleine Rollwagen à 0·9<sup>klm</sup> Fassung vorgeschoben, der eine Wagen direct, die folgenden mittelst Handkörben geladen und der Wagenzug entsprechend in die Ausweiche zurückgeschoben. Hienach wird die II. Etage und etwaige stehengebliebene Büchsen der I., endlich auch die Büchsen der II. Etage abgeschossen und neuerdings vier Rollwagen vorgeschoben und in derselben Weise verladen, nachdem rechtzeitig auch die Brust gehörig abgeschlagen wurde. Die zehn Wagen, welche ausreichen, um die circa 6·2<sup>klm</sup> gewonnenes Ausbruchsmaterialie zu fassen, werden nun sofort gefördert.

Nachdem der Oberbau gehörig verlängert wird, was — insolange nicht eine normale Schiene Platz findet — provisorisch durch kleine Schienenstücke und eiserne Querschwellen besorgt wird, hilft der Schutterposten so wie beim

Zurückschieben, jetzt beim Vorwärtsschieben des Bohrgestelles etc. und die Bohrung kann neuerdings beginnen.

b) Wenn das Bohrgestelle nach vollendeter Bohrung einfach 30 bis 40<sup>m</sup> im Hauptgeleise zurückgeschoben und so weit als nothwendig mittelst Pfostenbelag vor Sprengstücken geschützt wird.

In diesem Falle könnte vorerst so vorgegangen werden, dass die bis an das Bohrgestelle angefahrenen Rollwagen mittelst Kettenladung gefüllt würden. Es ist jedoch sofort erklärlich, dass diese Methode in Folge der grossen Distanz viel zu viele Leute verlangen, also auch absolut zu theuer werden müsste. Die auch jetzt angewendete und, wie ich glaube, genügend erprobte Methode besteht nun darin, dass neben dem Hauptgeleise ein zweites Geleise mit 0·36<sup>m</sup> Spur gelegt wird. Dieses Geleise geht von „vor Ort“ bis circa 50<sup>m</sup> hinter das Bohrgestelle, ist also 80—90<sup>m</sup> lang.

Auf kleine, eiserne, für diesen Zweck separat construirte Wagen wird das gewonnene Schuttmateriale in Körben verladen, bis zu den Rollwagen zurückgefahren, in dieselben umgeladen, und diese Manipulation so oft als nothwendig wiederholt.

Es ist natürlich, dass gleichzeitig mehrere solcher Wagen in Verwendung stehen können, und dass bereits geladene Körbe „vor Ort“ vorhanden, wenn die Wagen mit den leeren anlangen. Bezüglich der Abschiessung in zwei Etagen, der Brustabschlagung und Oberbau-Vorlegung gilt alles Vorhergesagte.

Diese Art der Schutterung ist die ökonomischere. Die erste Ausweiche von „vor Ort“ liegt oft auch 250—300<sup>m</sup> weit entfernt, und ist es keine kleine Aufgabe, das schwere Bohrgestelle so weit zurück- und wieder vorzuschieben. Was aber vor Allem in's Gewicht fällt und am massgebendsten hiebei sein muss, ist natürlich die Zeitersparniss vis-à-vis der Methode a, was besonders im Firststollen von grosser Bedeutung ist.

Eine etwaige Frage, dahin gehend, ob nicht Maschinen und Bohrgestelle auf so kurze Distanz von der Sprengstelle Schaden nehmen, kann mit Nein beantwortet werden.

In der unteren Etage des Sohlenschlitzes werden die Verhältnisse den geschilderten ähnlich sein.

In den seitlichen Erweiterungen kommen die zu beladenden Wagen in's Hauptgeleise und geschieht die ganze Manipulation viel einfacher und rascher als im Firststollen, wie dies durch einen Blick auf den Betriebsplan sofort erklärlich.

Kommen zufällig beladene Wagen aus dem Firststollen, so müssen natürlich die Verladung unterbrochen und die Rollwagen in die nächste Ausweiche zurückgeschoben werden. Etwa schon gefüllte Wagen können dann den Firststollenwagen beigeschlossen und mitgeführt werden. Der Rest muss neuerdings an die Arbeitsstelle kommen, um die Verladung zu beenden. Man bedarf für die seitlichen Erweiterungen mit je circa 7·2<sup>klm</sup> 10—12 Wagen.

In der oberen Etage des Sohlenschlitzes endlich, welche bloss circa 1·6<sup>m</sup> hoch ist, geschieht die Schutterung am einfachsten und billigsten durch Hebung des Materiales mittelst



Körben in die auf dem vis-à-vis liegenden Strossengeleise bereitstehenden Rollwagen.

Bei allen den zuletzt behandelten Arbeitsstellen gelten bezüglich Brustabschlagung, Oberbau-Vorlegung etc. dieselben Bestimmungen.

Ein Schutterposten im Firststollen dürfte nach Umständen 20—23 Mann erheischen, und zwar:

1. Posten-Chef der Schutterung . . . . .	1
2. Schutterer (Marineure) . . . . .	15—18
3. Arbeiter für Brustabschlagen und Oberbau-Vorlegung . . . . .	4
Zusammen . . . . .	20—23

Im Sohlenschlitz II. Etage dürften zusammen 18 bis 20 Mann, in den seitlichen Erweiterungen und der I. Etage des Sohlenschlitzes 16 Mann per Posten genügen.

### 3. Die Förderung.

Der Cardinalpunct der Förderung besteht, wie bekannt, in der Raschheit derselben. Es soll dieselbe sofort erfolgen können, wenn die Schutterung an irgend einer Stelle vollendet ist, und möglichst ununterbrochen durchzuführen sein, wenn man den Betrieb einen rationellen und ökonomischen nennen soll.

Bei der ganzen Arbeitseintheilung wird man also die Vorzüge und Nachtheile der Förderungsweisen streng vor Augen halten müssen, aber auch dafür zu sorgen haben, dass die Durchführung eine ineinander greifende und exacte wird.

Nicht minder ist die ordentliche Erhaltung des Oberbaues, die sofortige Reparatur schadhaft gewordener Wagen, die Bereithaltung eines stets genügenden Wagenparkes in den Seitengeleisen u. s. w. geboten, wenn das Angestrebte oder aber wenigstens das Mögliche geleistet, und vielfache Unglücksfälle vermieden werden sollen.

Auf der Göschener Seite gestaltet sich die Förderung (siehe Blatt 19) im Wesen folgendermassen:

Sobald an einer Arbeitsstelle abgeschossen, wird sofort verladen, wonach der Schutterposten seine Arbeit vollendet hat, oder aber eventuell die geladenen Wagen noch eine gewisse Strecke nach vorwärts transportiren muss. Sodann geschieht die Weiterförderung mittelst Pferden und werden unterwegs bereitstehende und verladene Wagen mitgenommen und langen in der Regel 14 bis 20 solcher beim Schuttloche an.

Der Zug wird so weit auf dem Strossengeleise durchgeführt, dass mit der Umladung des letzten Wagens begonnen werden kann. Diese Umladung erfolgt in die unten bereitstehenden grossen Rollwagen à 1·4<sup>kbm</sup> Fassung und sind sämtliche Wagen zum Seitwärtskippen eingerichtet.

Jeder Wagen, welcher ausgeleert ist, fährt in das Ausweichgeleise ein, und kann ein etwa reparaturbedürftiger auf das vorspringende Geleisstück herausgeschoben werden.

Sind alle Wagen verladen, so gelangt der ganze Zug durch das Ausweichgeleise wieder in das Strossengeleise, um erneut seinem Zwecke zugeführt werden zu können, oder er bleibt — falls eben ein anderer Zug im Ankommen

ist — so lange im Ausweichgeleise stehen, bis letzterer passirt, um sodann erst rückzukehren.

Die Wände des Schuttloches bekommen Neigungen je nach der Art des Materiales, um die zu füllenden Wagen möglichst zu schonen. Ist die Umladung bewerkstelligt, so erfolgt die Weiterförderung bis zur Deponirungsstelle mittelst Maschine, welche nun principiell, jedoch wenigstens bis zum Portale, mit comprimierter Luft betrieben wird (im letzten Falle geschieht dann der Weitertransport mittelst gewöhnlicher Locomotive)\*).

Das ganze zu transportirende Materiale verfolgt diesen Weg und wird demnach bloß das Materiale des Firststollens zweimal, das Materiale aller anderen in der oberen Etage liegenden Arbeitsstellen bloß einmal umgeladen. Dasselbe gilt vom Sohlenschlitz I. Etage, während das Materiale der II. Etage nur eventuell eine oder aber gar keine Umladung erfährt.

Das Strossenmateriale erhält natürlich keinerlei Umladung. Ausweichgeleise, mit denen absolut nicht gespart werden darf, wenn man die Förderung nicht geradezu hemmen will, dürften knapp genügend sein und gibt hierüber der Betriebsplan die beste Auskunft\*\*).

Die Förderung der Bausteine, so weit selbe in die obere Etage gehören, der Bohrgestelle und Wagen, des Gezähes etc. geschieht mittelst einer mechanischen Vorrichtung — dem Elevator — und ebenso müssen alle reparaturbedürftigen Gegenstände etc. wieder auf demselben Wege rücktransportirt werden. Diese mechanische Vorrichtung besteht aus:

- einem Reservoir,
- einer Pumpe,
- dem Accumulator und
- dem Elevator.

Mittelst der Pumpe wird das Wasser in den Accumulator gepresst, welcher aus zwei ineinander laufenden Hohl-cylindern besteht, von denen der innere in verticaler Richtung beweglich ist und mit Bleigewichten beschwert wird. Das Druckwasser strömt aus dem Accumulator durch eine kurze Röhrenleitung in vier an den Ecken der Hebevorrichtung angebrachte Druck-Cylinder, deren Kolben hiedurch aufwärts bewegt werden und die an vier Ketten hängende Hebebühne mitnehmen.

Durch allmähiges Ablassen des Druckwassers aus den Cylindern erfolgt die Abwärtsbewegung der Hebebühne. Diese Hebevorrichtung arbeitet mit einem Wasserdrucke von 30 Atmosphären (genau dem Jahresberichte per 1875 entnommen). Diese Hebevorrichtung kann bei gutem Zustande circa achtmal per Stunde den von ihr verlangten Dienst verrichten.

Wird in der fertigen Calotte gemauert, so bedarf es per 1 laufenden Meter 6 Wagen, also per Tag circa 24 Wagen

\*) In Wirklichkeit wird wohl nicht immer so verfahren. Es kommt auch der Fall noch vor, dass mit der gewöhnlichen Locomotive gefördert wird und sucht man die ganze Förderung mit derselben Maschine zu bewerkstelligen.

\*\*) Möchte hier erwähnen, dass in dem Betriebsplane alle Geleise, welche auf Planumshöhe liegen, punctirt, jene auf Höhe der Calottensohle gezogen sind.

oder Hebungen, um das nothwendige Steinmateriale hinaufbringen zu können und wäre es sonach erklärlich, dass eine derartige Vorrichtung vollkommen genügen müsste.

Leider aber kommen constant Stockungen oder Reparaturen vor, und müssen dann auch die Hilfs-Hebevorrichtungen zur Anwendung gelangen. Ich war nicht in der Lage ganz gründliche Studien hierüber anzustellen und erhielt auch zu wenige verlässliche oder ausschlaggebende Daten, um hierüber in Details eingehen zu können. Ich kann aber bemerken, dass sich die Unternehmung schon jetzt mit dem Gedanken trägt, wenigstens in Airolo, diese Hebevorrichtung wieder abzuschaffen und neuerdings Rampen herzustellen, auf denen der ganze Hinauf- und Heruntertransport der Bohrgestelle, Wagen, des Steinmateriales etc. besorgt werden soll, während die Förderung der Berge natürlich in analoger Weise wie bisher erfolgen kann. Als Gründe hiefür wurden von einem Unternehmungs-Ingenieur vorzüglich die grössere Kostspieligkeit der Hebevorrichtungen hervorgehoben und der Umstand berührt, dass letztere eben viel zu oft dienstunfähig werden, um eine verlässliche Förderung zu erzielen.

Ob nicht durch Constructions-Änderungen oder andere Einrichtungen etc. abzuhelpen wäre, muss ich natürlich unerörtert lassen.

Ich kann hier nur Erwähnung nehmen, dass das schon bei Beginn des Tunnelbaues eingeführte Rampensystem von den ersten Tunnel-Capacitäten als ungenügend und theuer bezeichnet wurde, und nehme ich deshalb wohl auch mit Recht an, dass die Förderung der Berge keine Abweichung erfahren werde.

Alle zwei bis drei Monate müssen der Elevator, ebenso auch das Schuttloch naturgemäss nach vorwärts verlegt werden, wozu dann circa zwei bis drei Tage erforderlich sind. Es ist nöthig, dann vorher für den Bedarf zu sorgen und genügend Steinmateriale, Werkzeuge, Wagen etc. in die obere Etage zu schaffen.

Abweichend von dem vorliegenden Betriebsplane wird man eventuell auch zwei Schuttlöcher in entsprechender Entfernung anbringen können. Ebenso wurde auch schon versucht, den Elevator vorne und die Schuttlöcher rückwärts anzubringen, was jedoch insoweit nachtheiliger für die Förderung ist, als die Wagen vom Elevator bis unter die Schuttlöcher mittelst Pferden hin- und hergezogen werden müssen.

Sowohl die Schutterung als auch die Förderung gestalten sich natürlich schwieriger, wenn man mit grossem Wasserdruange zu thun hat, welcher Fall (Airolo) auf der Südseite des Tunnels eintritt. Ich will bei Behandlung des General-Betriebes noch näher hierauf eingehen.

#### 4. Mauerung.

Es ist hier absolut nicht meine Absicht, mich bezüglich der Mauerung in irgend welches Detail einzulassen. Ich erwähne nur allgemein Folgendes:

Das Widerlagsmauerwerk wird aus häuptionem Bruchstein-Mauerwerk, das Gewölbe zumeist aus Quader-Mauerwerk hergestellt.

Es gibt diverse Mauerungsprofile, auf die ich ebenfalls nicht eingehe und nur das jetzt zumeist angewendete vorführe (Blatt 19).

Dort, wo das Gebirge standfest ist, wird — wenigstens in Göschenen — die Mauerung mit dem westlichen Widerlager begonnen; dort, wo ein Ausbau erforderlich wäre, wölbt man die Kappe sofort aus. Wie das Gewölbe unterfangen wird, ist ebenfalls aus dem Betriebsplane ersichtlich.

Die stets anzuwendenden Unterzüge, welche vorerst provisorisch zu ummauern sind, werden durch Stempeln unterfangen und das Widerlager natürlich stückweise hergestellt.

Da öfters unterlassen wird, die oben erwähnten Unterzüge einzuziehen, so ist es auch erklärlich, wenn hie und da Gewölbseinbrüche vorkommen.

Die Nischen werden in Entfernungen von 100<sup>m</sup> zu je zweien, welche vis-à-vis stehen, die Bahnerhaltungskammern in Distanzen von je 1000<sup>m</sup> angebracht. Der Tunnelcanal wurde anfänglich in der Mitte des Tunnels durchgeführt, während man denselben jetzt auf einer der Tunnelseiten anbringt.

Hiedurch wird, ohne der ganzen Anlage zu schaden, der Vortheil erzielt, dass die Oberbau-Verlegungen aus der Mitte auf die Seiten des Tunnels entfallen, und die Förderung billiger wird.

Die Entwässerung durch die Widerlager erfolgt in der gewöhnlichen Weise.

#### Der General-Betrieb.

Wie allgemein bekannt, müssen alle Arbeiten derart ineinander greifen, dass dem Firststollen vollkommen gefolgt werden kann, wobei natürlich die Anbringung von Gesenken vollständig ausgeschlossen bleiben muss. Man wird also heute 3·5—4<sup>m</sup> Tunnel in einem Tage, respective in 24 Stunden zu beenden haben. Obwohl nun schon bei Beginn der Tunnelarbeiten von Capacitäten die Besorgniss ausgesprochen wurde, dass bei jetziger Methode, wo streng genommen nur ein Angriffspunct vorhanden, mit allen anderen Arbeiten dem Firststollen nicht gefolgt werden könne, und obwohl diese Ansicht seinerzeit eine scheinbare (?) Berechtigung hatte, so ist heute doch zweifellos festgestellt, dass dieses Nachkommen möglich sei.

Bei Beginn der Arbeiten im Gotthard-Tunnel war man vor Allem über die Grösse der nothwendigen Installations-Anlagen, wie leicht begreiflich, nicht im Klaren, und in Consequenz dessen erst gegen Ende 1876 die Erzeugung solcher Massen comprimierter Luft möglich, um die absolut nothwendige Maschinenarbeit in den seitlichen Erweiterungen und den beiden Sohlenschlitzen einzuführen. Bezüglich der Strossen und der Mauerung ist dagegen das mögliche Nachkommen wohl zweifellos.

Wenn wir das Blatt 21 ansehen, finden wir nun auch, dass der Fortschritt in oben genannten Arbeitsstellen jenem des Firststollens in letzterer Zeit nahezu folgt.

Ich will übrigens noch die Summe der Fortschritte an den einzelnen Arbeitsstellen in Göschenen und Airolo, und

zwar zusammen für die Monate Jänner, Februar und März 1877 hier vorführen.

Arbeitsstelle	Erzielter Fortschritt in Göschenen und Airolo, zusammen in den Monaten Jänner, Februar und März 1877. In Metern
Firststollen.....	553·5
Seitliche Erweiterung.....	591·1
Sohlenschlitz.....	503·5
Strosse.....	473·9
Deckengewölbe.....	557·7

Wenn wir nun noch berücksichtigen, dass im März durch Lavinenfälle Störungen in den Wasserleitungen und hiedurch öftere Verringerung der Maschinenbohrung resultirte, so dürfte wohl erhellen, dass man bei der jetzigen Art des Tunnelbetriebes mit allen Arbeiten dem Firststollen folgen könne.

Eine übrigens aufmerksame Betrachtung der Jahres-Fortschrittslinien, Blatt 21, verknüpft mit dem bisher verfolgten Ideengange, wird allerdings herausstellen, dass das bisherige Zurückbleiben aller Arbeiten vis-à-vis dem Firststollen jedenfalls in einer Weise erfolgte, in der dies keineswegs notwendig war. Da ich jedoch nur streng bei der Sache bleiben will, kann ich auf diesen Punct nicht weiter eingehen, was auch zur Führung des mir vorgeschriebenen Nachweises weiter nicht Noth thut. Die Entfernung zwischen fertigem Tunnel bis „vor Ort“, welche gegenwärtig über 2400<sup>m</sup> beträgt, braucht und soll natürlich absolut nicht so gross sein. Wenn auch die seinerzeit von der Unternehmung hiefür verlangte Distanz von 650<sup>m</sup> praktisch nicht durchführbar ist, so können 950 bis 1000<sup>m</sup> jedenfalls ohne Anstand erreicht werden. Ich habe eine entsprechende Skizze sub Fig. 3, Blatt 19, beigefügt, welche wohl kaum noch separater Erläuterungen bedarf. Man könnte, wenn man die Sache übrigens noch rasch behandeln wollte, Folgendes bemerken.

Dem Firststollen kann in 150<sup>m</sup> Entfernung (auch gleich der Wurfweite der Minen) z. B. die westliche, 100<sup>m</sup> weiter zurück die östliche Erweiterung folgen. Zwischen fertiger Calotte (Anfang) und dem Sohlenschlitz I. Etage werden wohl mindestens 200<sup>m</sup>, eventuell noch mehr zu berechnen sein, wenn man erwägt, dass hier Hauptausweichen hineinzulegen kommen, und dass sich hier, je nach dem eingeleiteten Betriebe, auch die Maurerpartien befinden, um die Kappe fertigzustellen.

Die Entfernung zwischen Sohlenschlitz I. und II. Etage kann mit 100—120<sup>m</sup>, jene der II. Etage von den Strossenabbauten mit 200—250<sup>m</sup> festgesetzt werden, da hier der Raum für die Anbringung der Schuttlöcher, für den Elevator und die Ausweichgeleise zur Berücksichtigung gelangen muss. In einer weiteren Entfernung von circa 150<sup>m</sup> beginnt der Strossenabbau und der fertige Tunnel, welchen Arbeiten nur noch die Canal-Herstellung folgt.

Wir erhalten nach Vorgebrachtem eine Entfernung zwischen „Ort“ und fertigem Tunnel von  $150 + 100 + 200 + 120 + 250 + 150 = 970^m$  oder rund 1000<sup>m</sup>. Dieser

Arbeitsraum wird knapp vor der Umstellung des Elevators und der Schuttlöcher immer noch etwas länger sein.

Es ist dies hier der richtige Ort, wenn ich hervorhebe, dass der von mir vorgeführte Arbeitsplan durchaus nicht immer so war, und dass derselbe nicht nur in einzelnen Details fortwährende Aenderungen erfahren hat und erfährt, sondern dass ebenfalls oft principiell anders vorgegangen wurde oder wird (Airolo). Nach dem beiliegenden Betriebsplane gibt es, streng genommen, nur zwei Arbeits-Etagen (Materiale des Sohlenschlitzes I. Etage wird mittelst des Strossengeleises transportirt): die erste auf Calottensohle, die zweite auf Planumstiefe.

Zu Beginn der Tunnelarbeiten in Göschenen waren drei Arbeits-Etagen vorhanden, und zwar befand sich der oberste Arbeitsboden auf der Sohle des Firststollens, der mittlere 2·5<sup>m</sup> über Schwellenhöhe, der unterste endlich auf der Sohle des Tunnels.

Es ist sofort erklärlich, dass der Tunnelausbruch aus der oberen Partie zwei Umladungen, jener für den Firststollen eventuell drei Umladungen erfahren musste. Diese Art des Betriebes finden wir auch auf der Airoler Seite, wie aus Blatt 19 (Copie aus dem Jahresberichte 1875) ersichtlich ist. Ich möchte auf Grundlage der eben benannten Skizze bloß die Vorgänge, die durch den Wasserzudrang bedingt wurden, rasch entwerfen.

Im Firststollen kann die Bohrung natürlich nur im Nassen vorgenommen werden. Nachfolgend wird nun eine Erweiterung ebenfalls im Wasser betrieben, jedoch gleichzeitig eine solche Mulde ausgesprengt, dass das ganze Wasser darin ablaufen sollte. Hienach wird die seitliche Erweiterung andererseits bereits im Trockenen ausgesprengt, ebenso der Schlitz bis zur Sohle der mittleren Arbeits-Etage (Abbatage). Das Wasser wird nun, natürlich hinter der Arbeitsstelle, in Form eines Wasserfalles auf die Sohle des Schlitzes geleitet, in welchem ein Canal eingesprengt wird, aus welchem dasselbe endlich in die gemauerte definitive Tunnelöhle gelangt. Da jedoch das Gefälle des Tunnels auf der Airoler Seite anfänglich nur 1‰ betrug, erfolgte der Abfluss der bedeutenden Wasserquantitäten viel zu langsam, als dass sich die obigen Ausführungen bewahrheitet hätten. Man arbeitete vielmehr in der I. Etage überall unter Wasser, ebenso erging es auch noch theilweise auf dem mittleren Arbeitsboden, denn die ausgesprengten Canäle wurden, wie leicht begreiflich, sofort verschlemmt. Es wurde endlich in der II. Etage ein hölzerner Canal gelegt, aus welchem das Wasser mittelst eines zweiten stumpfanstossenden und ziemlich geneigten Holzgerinnes in die fertige Tunnelöhle gelangte, und zwar natürlich auch hinter der Arbeitsstelle, die anderen Orts wie hier auch noch abgedämmt werden musste, um gegen Wasserzudrang geschützt zu sein.

Nach Uebernahme der Bauleitung durch Herrn Hellwag wurde nun sofort das Tunnelgefälle erhöht (ich weiss nicht genau ob auf 2·5 oder 3‰), wodurch natürlich die rationellste Abhilfe für die namhaften Schwierigkeiten getroffen wurde.

Dass diese besonderen Erschwernisse auf den Kostenpunct einen wesentlichen Einfluss übten, ist wohl erklärlich.

### Anhang.

Es war, vorerst bemerkt, nicht leicht möglich, mich bisher bezüglich des Firststollens weiter auszulassen, wollte ich nicht undeutlich werden, und muss ich nun Einiges nachtragen, respective das Blatt 20 und Tabelle B einer näheren Auseinandersetzung unterziehen.

Die Tabelle B, welche blos die Arbeiten des Firststollens betrifft, wurde aus den officiellen Monats- und Quartals-Berichten zusammengestellt, die Resultate jedoch halb- oder vierteljährig, und zwar separat für Göschenen und Airolo, dann für beide Arbeitsstellen zusammengezogen, endlich auch Gesamt-Durchschnitte berechnet. Das Princip, welches mich bei diesen langwierigen Zusammenstellungs-Arbeiten leitete, ging dahin, brauchbare und werthvolle Durchschnitts-Resultate zu erhalten, welche eventuell Jedem als Anhaltspunkte dienen können. Wenn diese Tabelle noch mit den auf Blatt 20 durchgeführten petrographischen Verhältnissen in Zusammenhang gebracht wird, so dürfte meinem Wunsche, wenigstens theilweise, entsprochen sein.

In dieser Zusammenstellung sind nämlich alle Daten enthalten, welche uns einen eventuellen möglichen Fortschritt oder aber die Hauptdaten zu einer eventuellen Berechnung der Arbeiten im Firststollen liefern.

Besonders sind die in den letzten fünf Columnen enthaltenen grossen Durchschnitts-Resultate für approximative Berechnungen oder Annahmen nicht ohne Nutzen.

Die fünfte Columne von rückwärts enthält die Durchschnitte für vorherrschenden Gneis und Gneisgranit, die viertletzte für vorherrschenden Glimmerschiefer (Seite Göschenen), die dritt- und zweitletzte Columne geben die Total-Durchschnitte für Göschenen und Airolo, die letzte Columne endlich den General-Durchschnitt für die bezüglichlichen Arbeiten auf der Nord- und Südseite des Gotthard-Tunnels.

Einige der allerwichtigsten Resultate, nämlich: den Tagesfortschritt im Mittel und die damit zusammenhängenden Bohr- und Abräumezeiten, habe ich nun speciell noch graphisch, und zwar in einer, wie ich meine, übersichtlichen Weise behandelt.

1. Der tägliche Fortschritt wurde in monatlichen Mitteln behandelt, und lehrt diese Darstellung, sobald man sie mit den petrographischen Verhältnissen, besonderen Vorkommnissen etc. in Verbindung bringt, sofort die Wahrheit erkennen, „dass die Maschinenbohrung in constantem Fortschritt begriffen war und begriffen ist“.

2. Die Bohr- und Abräumezeiten stehen mit 1. in enger Verknüpfung. Wir sehen vorerst, wie die Bohrzeiten principiell abnehmen, denn dort, wo später ein Steigen derselben ersichtlich, weist das Capitel „besondere Vorkommnisse“ entweder ein abnormal zähes Gestein, in den meisten Fällen aber ungenügende Luftspannungen nach, in welchem Falle natürlich ein langsames Vorwärtsgehen der Bohrung die Folge ist und sein muss. Uebrigens haben schlecht reparirte Maschinen, Wasserzudrang, ungeübtes Arbeiter-Personale etc. auch mitunter ihren Einfluss geübt.

Auch die Curve der Abräumezeiten, mithin auch die Zeit von einer Bohrung zur anderen, sind in principieller Abnahme begriffen, was in Totalen viel zu der Höhe des täglichen mittleren Fortschrittes beiträgt.

Wenn wir demnach heute die seinerzeit für den Arlberg-Tunnel vom Herrn Geologen Wolf mit grosser Sorgfalt und grossem Geschick aufgestellten Resultate für die Maschinenbohrung in's Auge fassen, und die Termine berücksichtigen, welche auf Grund derselben, sowie auf Grund der im Mont-Cenis-Tunnel gemachten Erfahrungen berechnet wurden, so finden wir, dass nun nach den neuen praktischen Vervollkommnungen ganz andere Schlüsse zu ziehen sind.

Während z. B. für den Tunnel Nr. 1 (I. Project, dunkler Glimmerschiefer), 5518<sup>m</sup> lang, 11 Jahre Bauzeit berechnet wurden, werden heute wohl nicht mehr als maximum 4 Jahre angesetzt werden, sobald die Arbeit von beiden Mundlöchern angegriffen wird.

Für Tunnel Nr. 2 (II. Project, mehr Glimmerschiefer, wenig Kalk), 6410<sup>m</sup> lang, wurde bei Annahme zweier Schächte eine Bauzeit von 7 Jahren vorgesehen.

Heute dürfte man von den Schächten abstrahiren, und wieder nur den Betrieb von beiden Mundlöchern aus angenommen, 4, höchstens 4½, Jahre als complete Bauzeit ansetzen.

Schliesslich würde man für den Tunnel Nr. 5 (dasjenige Project, welches seinerzeit auch acceptirt wurde) mit einer Länge von 12.400<sup>m</sup>, zumeist im Kalke liegend, mit 5½, höchstens 6 Jahren Bauzeit vollkommen ausreichen, wobei der Betrieb des Tunnels wieder nur von denselben zwei Angriffspunkten, den Mundlöchern aus, angenommen wird. Nach dem damaligen Projecte waren 5 Angriffspunkte, also 3 Schächte und eine Bauzeit von 8½ Jahren vorgesehen. Bei meinen Terminberechnungen habe ich natürlich den jetzigen Stand der Maschinenbohrung vor Augen gehabt, und bin meiner Ansicht nach eher sicherer gegangen.

Ich möchte hier endlich noch einige, ich glaube nicht uninteressante Daten über die mittleren Jahrestemperaturen und Witterung, über die Wärme vor Ort und ausserhalb des Tunnels, endlich über die mittlere Zahl der verwendeten Arbeiter geben. Alle diese Sachen konnte ich bisher nicht recht in meine kleine Arbeit hineinbringen, und dürfte demnach ebenfalls hier der passende Ort hiefür sein.

**Tabelle**

über Temperaturen und Witterungsverhältnisse auf beiden Tunnelseiten.

Jahr	Höhen- cote über Meer  in Meter	Regen- und Schneewetter	Schönes Wetter	Tiefste Temperatur	Höchste Temperatur
		Tage			
A. Göschenen.					
1873	1109	126	239	Februar — (10.1°) C.	Juli + (21.2°) C.
1874	1109	101	264	Novemb. — (12.3°) „	Juli + (22.3°) „
1875	1109	—	—	Februar — (12.5°) „	August + (22.1°) „
B. Airolo.					
1873	1145	108	257	— (9°) C.	Juli + (23°) C.
1874	1145	66	299	Novemb. — (11.3°) „	Juli + (22.7°) „
1875	1145	—	—	Februar — (9.9°) „	August + (20.4°) „

Mehr Notizen über diesen Gegenstand konnte ich leider nicht machen.

**Tabelle**

über die Temperaturen vor Ort und beim Mundloche:

A. Göschenen.

B. Airola.

Entfernung vom Mundloch bis vor Ort in Metern	Temperatur vor Ort	Temperatur gleichzeitig im Freien	Entfernung vom Mundloch bis vor Ort in Metern	Temperatur vor Ort	Temperatur gleichzeitig im Freien
	in Grad Celsius			in Grad Celsius	
570	+16.1	+17.9	420	+12.5	+14.9
670	+19.1	— 1.0	600	+ 9.5	— 2.0
870	+18.4	+ 5.4	840	+15.0	+11.0
1020	+19.6	+17.0	1300	+18.5	— 1.5
1350	+18.1	+14.6	1600	+20.8	+ 1.0
1630	+19.2	+ 2.0	1950	+20.7	+15.3
1940	+19.6	+ 3.4	2250	+21.9	+13.8
2250	+20.7	+17.5	2600	+22.6	— 3.3
2830	+22.1	— 1.2			

Man ersieht, dass die Temperaturen vor Ort von jenen im Freien unabhängig sind, und principiell mit der Entfernung vom Mundloche zunehmen. Bezüglich der Zusammenstellung von Airola ist zu bemerken, dass die Temperaturen bis zu 1000<sup>m</sup> Länge vom Portal bis vor Ort durch das ausströmende Wasser, welches 8.5 — 15° C. hatte, beeinflusst wurden.

Mehr Daten zur Vervollkommenung der Tabelle konnte ich nicht sammeln, dagegen verweise ich auch auf Tabelle B, welche noch einige weitere Aufklärungen gibt.

**Tabelle**

über die verwendete Arbeiterzahl auf beiden Seiten des Gotthard-Tunnels.

Zeit von bis	Göschenen		Airola		Bemerkungen
	Durchschn. Arbeiterzahl per Tag	Maximum an einem Tage	Durchschn. Arbeiterzahl per Tag	Maximum an einem Tage	
1. April — 30. Juni 1873	360	472	529	751	Ausser Vorgebrachtem habe nur noch Notiz für Monat März 1877. Es waren durchschnittlich in Göschenen 1371, in Airola 1598 Mann beschäftigt.
1. Juli — 30. Sept. 1873	425	—	519	—	
1. Oct. — 31. Dec. 1873	563	732	525	631	
1. Jänn. — 31. März 1874	678	884	598	709	Von diesen Arbeitern sind 220-250, selten mehr ausserhalb des Tunnels, die übrigen im Tunnel beschäftigt gewesen. Dies gilt natürlich für eine Seite des Tunnels.
1. April — 30. Juni 1874	808	1037	886	1220	
1. Juli — 30. Sept. 1874	978	1130	1095	1362	
1. Oct. — 31. Dec. 1874	982	1107	960	1186	
1. Jänn. — 31. März 1875	1108	1136	1144	1345	
1. April — 30. Juni 1875	1588	1921	1617	2167	
1. Juli — 30. Sept. 1875	1539	1902	1607	1920	
1. Oct. — 31. Dec. 1875	1315	1761	1246	1471	
1. Jänn. — 31. März 1876	1625	1875	1466	1687	
1. April — 30. Juni 1876	1636	1921	—	—	
1. Juli — 30. Sept. 1876	1501	1843	1806	2160	
1. Oct. — 31. Dec. 1876	1258	1614	1576	1767	

Diese Daten, besonders die letzteren, dürften deshalb schätzenswerth sein, weil schon der Betrieb so ziemlich geregelt war, und auch entsprechende Leistungen erzielt wurden.

### III. Einiges über die Kosten des Tunnels.

Vor Allem erlaube ich mir vier Tabellen C, D, E, F, welche die Kosten aller Ausbrucharbeiten in den Jahren 1873 und 1874 auf der Nordseite des Tunnels darstellen, vorzuführen.

Ich bekam alle auf diese beiden Jahre Bezug habenden Daten, welche mit grosser Sorgfalt zu den Vorlagen gesammelt wurden, von Ingenieuren, welche in dieser Zeit beim Gotthard-Tunnel beschäftigt waren. Insbesondere verdanke ich den meisten diesbezüglichen Stoff der Güte des Herrn Ingenieurs Rovelli.

All' das erhaltene Materiale habe ich nun ziemlich übersichtlich verarbeitet und zusammengestellt, und kann ich auf Grundlage desselben die seinerzeit resultirenden Kosten für den Tunnelausbruch auf der Nordseite des Gotthard-Tunnels, und zwar durchschnittlich für Gneisgranit und Gneis annäherungsweise aufstellen. Ich finde es jedoch nothwendig, die Tabellen selbst ein wenig zu behandeln und je eine Analyse anzugeben, damit ersichtlich, in welcher Weise man zu den hier vorliegenden Resultaten gelangte\*).

**Tabelle C. Firststollen.**

Bei dieser Tabelle mache ich vorerst auf den Unterschied der Kosten bei Anwendung von Handbohrung und Maschinenbohrung, bei letzterer jedoch besonders auf die Differenz der Kosten bei Anwendung von Dampf-Compressoren vis-à-vis hydraulischen Compressoren aufmerksam.

Während beim Dampfbetrieb 1<sup>kbm</sup> Firststollen-Ausbruch durchschnittlich Frcs. 120 kostete, kam derselbe bei Anwendung von hydraulischen Compressoren auf nur Frcs. 79.

Dies ergibt die Verhältnisszahlen 1:0.66.

Nun will ich eine Analyse, und zwar hier wie auch anderwärts stets für December 1874 durchführen.

Es wurden im benannten Monate im Ganzen 541<sup>kbm</sup> Firststollen-Ausbruch erzeugt und kamen auf 100<sup>cm</sup>:

359 Bohrlöcher mit 381.5<sup>m</sup> Gesammttiefe,  
2507 stumpfe Bohrer,

14.1 reparaturbedürftige Maschinen,

16.1 " Keilhauen,

Es wurden verbraucht:

5.2 Schlägel und Pickelstiele,

4.1 Schaufeln,

4.1 Hammerstiele.

An Arbeitskräften für den Tunnelbetrieb waren per 100<sup>kbm</sup> Ausbruch erforderlich:

Ingenieure . . . . .	2.6 à Frcs.	18.00 Frcs.	46.80
Monteure . . . . .	0.2 " "	8.00 " "	1.60
Werkführer . . . . .	16.6 " "	8.00 " "	132.80
Aufseher . . . . .	11.4 " "	7.00 " "	79.80
Vorarbeiter . . . . .	2.0 " "	6.00 " "	12.00
Locomotivführer . . . . .	2.0 " "	6.00 " "	12.00

\*) Es ist natürlich, dass sich Aufnahmen, die auf die Kosten Bezug haben, unter gegebenen Umständen niemals zuversichtlich genau machen lassen, nicht minder kommt die Neuheit derartiger grosser Anlagen hier ganz besonders in Betracht, da gerade in den Jahren 1873 und 1874 sozusagen mit den Arbeiten begonnen und demnach, wie ganz erklärlich, vielfach erst versucht wurde.

		Uebertrag	Frcs.	285·00
Wagner . . . . .	1·3 à	Frcs.	6·00	7·80
Maurer . . . . .	0·6 " "		6·00	3·60
Werkstättenarbeiter .	39·1 " "		5·50	215·05
Zimmerleute . . . . .	8·9 " "		5·00	44·50
Sattler . . . . .	1·1 " "		5·00	5·50
Glaser . . . . .	1·1 " "		5·00	5·50
Schlosser . . . . .	4·1 " "		5·00	20·50
Schmiede . . . . .	12·6 " "		5·00	63·00
Schmiedhelfer . . . .	12·6 " "		3·50	44·10
Mineure . . . . .	67·3 " "		4·00	269·20
Schutterer . . . . .	411·5 " "		3·50	1440·25
Handlanger . . . . .	207·8 " "		3·50	727·30
Laufburschen . . . .	16·6 " "		2·80	46·48
Fuhrknechte . . . . .	12·8 " "		3·80	48·64
Pferde . . . . .	11·4 " "		8·00	91·20

Zusammen Frcs. 3317·62

Materiale für Erzeugung der comprimierten Luft, Locomotivbetrieb und für Ladung:

Schmieröl . . . Ctr.	1·34 à	Frcs.	60·00	Frcs.	80·40
Dynamit . . . . "	15·80 " "		200·00	"	3160·00
Zündschnüre, Current-					
Meter . . . . .	2158 " "		0·06	"	129·48
Kapseln . . . . Stück	715 " "		0·02	"	14·30
Papier (für Patronen) Pfd.	36 " "		0·50	"	18·00

Zusammen Frcs. 3402·18

Materiale für Werkzeug- und Bohrer-Reparatur:

Schmiedkohle . . Ctr.	25·89 à	Frcs.	5·00	Frcs.	129·45
Schmiedeisen . . . "	1·68 " "		40·00	"	67·20
Gussstahl . . . . "	2·53 " "		120·00	"	303·60
Diverse verbrauchte					

Stiele . . . Stück	13·4 " "		0·40		15·59
			1·50	"	

Zusammen Frcs. 515·84

Schichten und Materiale für Bohrmaschinen-Reparatur.

Siehe I c Bohrmaschinen. Zusammen für 541<sup>kbm</sup> Frcs. 6036·50 macht für 100<sup>kbm</sup> Frcs. 1115·80

Zusammen Frcs. 1115·80

Recapitulation.

Schichten und Löhne bei Tunnelbetrieb . .	Frcs.	3317·62
Materiale für Erzeugung comprimierter Luft etc. "	"	3402·18
Materiale für Werkzeug- und Bohrer-Reparatur "	"	515·84
Löhne und Materiale für Bohrmaschinen-Reparatur . . . . .	"	1115·80

Totalkosten für 100<sup>kbm</sup> Frcs. 8351·44

Demnach Kosten für 1<sup>kbm</sup> Firststollen-Ausbruch Frcs. 83·51

Damit die Arbeiten im Firststollen rasch vorwärts gehen, hat die Unternehmung für die per Monat über 60<sup>m</sup> sich belaufenden Fortschritte eine Prämie von Frcs. 200 für jeden Mehrmeter gewährt, und habe ich die diesbezüglichen Kosten ebenfalls in der Tabelle C berücksichtigt.

Ebenso ist hier zu erwähnen, dass der Firststollen selbst eine grosse Zeit hindurch auf ziemlich eigenthümliche Weise im Accord vergeben war, und zwar derart, dass das ganze Materiale und Werkzeuge die Unternehmung gab, aber auch eine ganze Masse diverser Schichtlöhne zu bezahlen hatte. Es wäre zu complicirt, mich hier weiters darauf einzulassen.

Für die Gesamt-Zusammenstellung kann ich endlich bloß die Firststollenkosten vom October 1873 bis 31. December 1874, also jene Zeit berücksichtigen, wo mit hydraulischen Compressoren gearbeitet wurde.

Es kommt danach, wie schon vorher erwähnt, 1<sup>kbm</sup> Stollenausbruch auf Frcs. 79.

In den seitlichen Erweiterungen wurde in der Zeit vom Jänner 1873 bis Jänner 1875 stets mit Hand gearbeitet.

Nach Tabelle D resultirt, dass durchschnittlich in der ganzen genannten Zeit 1<sup>kbm</sup> auf Frcs. 67·50 zu stehen kam, was natürlich als unerklärlich erscheint.

Eine Begründung für diesen hohen Preisdurchschnitt wurde mir stets dahin gegeben, dass die Unternehmung statt in Klein-Accorden in eigener Regie arbeitete.

Die geringe Aufsicht etc. brachte dann eben — wie gewöhnlich derart geführte Regie-Arbeiten — unglaubliche Kosten mit sich.

Uebrigens spricht auch die folgende Analyse, und werden Parallel-Vergleiche noch folgen:

Im December 1874 wurden 849·5<sup>kbm</sup> in den seitlichen Erweiterungen gewonnen und kamen auf 100<sup>kbm</sup>

#### A. Löhne.

Ingenieure . . . . .	2·5 à	Frcs.	18·00	Frcs.	45·00
Aufseher . . . . .	10·4 " "		7·00	"	72·80
Vorarbeiter . . . . .	2·0 " "		6·00	"	12·00
Locomotivführer . . .	2·1 " "		6·00	"	12·60
Wagner . . . . .	1·3 " "		6·00	"	7·80
Zimmerleute . . . . .	8·8 " "		5·00	"	44·00
Sattler . . . . .	1·1 " "		5·00	"	5·50
Glaser . . . . .	1·0 " "		5·00	"	5·00
Schlosser . . . . .	2·2 " "		5·00	"	11·00
Schmiede . . . . .	21·5 " "		5·00	"	107·50
Schmiedhelfer . . . .	21·5 " "		3·50	"	75·25
Mineure . . . . .	828·0 " "		4·00	"	3312·00
Schutterer . . . . .	262·5 " "		3·50	"	918·75
Handlanger . . . . .	53·2 " "		3·50	"	186·20
Laufburschen . . . .	37·2 " "		2·80	"	104·16
Fuhrknechte . . . . .	12·2 " "		3·80	"	46·36
Pferdeschichten . . .	10·9 " "		8·00	"	87·20

Zusammen Frcs. 5053·12

#### B. Materiale für Ladung.

Dynamit . . . Ctr.	6·18 à	Frcs.	200·00	Frcs.	1236·00
Zünder . lfd. Mtr.	2485 " "		0·06	"	149·10
Kapseln . . Stück	993 " "		0·02	"	19·86
Papier . . . . Pfd.	41·30 " "		0·50	"	20·65

Zusammen Frcs. 1425·61

### C. Materiale für Reparatur der Werkzeuge, Betrieb der Locomotiven und Rollwagen.

Schmieröl . . .	Ctr.	0.42 à	Frcs.	60.00	Frcs.	25.20
Kohle . . .	"	34.68	"	5.00	"	173.40
Schmiedeseisen . .	"	2.21	"	40.00	"	88.40
Gussstahl . . .	"	3.37	"	120.00	"	404.40
Verbrauchte Pickel-, Schlägel- und Schau- felstiele . . Stück		9.30	"	1.50	"	13.95
Verbrauchte Hammer- stiele . . . Stück		4.10	"	0.40	"	1.64
Zusammen Frcs. 706.99						

### Recapitulation.

A. Löhne . . . . .	Frcs.	5053.12
B. } Materiale etc. . . . .	"	1425.61
C. } " " " " " " " " "	"	706.99

Totalkosten für 100<sup>kbm</sup> Frcs. 7185.72

also 1<sup>kbm</sup> = Frcs. 71.86 oder rund Frcs. 72.

Es wurden per 100<sup>kbm</sup> 827 Bohrlöcher 0.5—0.7<sup>m</sup> geschlagen, 4.9 Bohrschlägel repariert und 9.3 Schaufel-, Pickel- und Schlägelstiele, sowie 4.1 Hammerstiele verbraucht.

Nun gelangen wir zu den Arbeiten in den zwei Etagen des Sohlenschlitzes, Tabelle E.

### Kosten-Entwicklung für den Sohlenschlitz.

Tabelle E.

Monat	Jahr	Erzielter Fortschritt	Kosten für 1 Cub.-Meter		Durchschnittlicher Fortschritt per Tag	Arbeitsbetrieb	Petrographische Verhältnisse	Bemerkungen
			Maschinenbetrieb	Handbetrieb				
		Meter	Francs	Francs	Meter			
September . . . . .	1873	18.1	—	64.60	0.603	Handbohr., 3 Stündige Schicht. Dynamit. Kurze Zeit. 1 Mac Kean-Masch.	Zumeist Gneisgranit sonst Gneis	1 <sup>kbm</sup> Ausbruch im Sohlenschlitz bei Handbetrieb kostete durchschnittlich Frcs. 63.40
October . . . . .		29.9	—	52.20	0.964			
November . . . . .		5.1	—	—	—			
December . . . . .		—	—	—	—			
Jänner . . . . .		—	—	—	—			
Februar . . . . .	1874	—	—	—	—	Bohrmaschine: Someiller, Ferroux, Mac Kean. 3 Schicht. à 8 Stunden. Dynamit. Handbohrung. 3 Schichten à 8 Stunden. Sprengmittel: Dynamit In der oberen Etage Handbohrung in 3 Stündigen Schichten. In der unteren Etage 6 François Dubois-Maschinen. Sprengmittel in beiden Strossen Dynamit		1 <sup>kbm</sup> Ausbruch im Sohlenschlitz, mittelst Maschinenbohrung aufgefahren, kostete durchschn. Frcs. 53. Mittlerer Kostenbetrag für 1 <sup>kbm</sup> Sohlenschlitz-Ausbruch überhaupt Frcs. 53.
März . . . . .		32.5	40.80	—	1.048			
April . . . . .		7.4	—	60.50	0.246			
Mai . . . . .		24.1	—	39.50	0.777			
Juni . . . . .		22.9	—	51.10	0.762			
Juli . . . . .		66.4	42.00	57.00	2.148			
August . . . . .		61.2	42.10	54.30	1.973			
September . . . . .		66.6	56.70	53.90	2.221			
October . . . . .		82.5	55.00	67.00	2.601			
November . . . . .		59.2	67.00	79.00	1.974			
December . . . . .		75.7	60.60	84.60	2.442			

Aus dieser Tabelle ergeben sich folgende Resultate:

1<sup>kbm</sup> Ausbruch im Sohlenschlitz mit Handbetrieb (meist in der I. Etage) kostete durchschnittlich Frcs. 63.40.

1<sup>kbm</sup> Ausbruch im Sohlenschlitz (meist II. Etage), mittelst Maschinenbohrung aufgefahren, kostete durchschnittlich Frcs. 53.—.

Endlich ergibt sich als Mittelkostenbetrag für 1<sup>kbm</sup> Sohlenschlitz-Ausbruch überhaupt der Preis von Frcs. 58.—.

Bezüglich des so theueren Handbetriebes kann hier dieselbe Begründung, wie für die seitlichen Erweiterungen angenommen werden.

Nun führe ich wieder je eine Analyse im Detail vor.

Mittelst Maschinenbohrung wurden im December 1874 584.8<sup>kbm</sup> aufgefahren. Auf 100<sup>kbm</sup> kamen: 241.5 Bohrlöcher mit 241.5<sup>m</sup> Gesammttiefe, 13.86 reparaturbedürftige Maschinen, 1396 stumpfe Bohrer, 13 reparaturbedürftige Keilhauen, ferner wurden 4.1 Schaufel- und 4.1 Hammerstiele verbraucht.

### Kostenberechnung für 100<sup>kbm</sup>.

#### A. Löhne bei Betrieb.

Ingenieure . . . . .	2.6 à	Frcs.	18.00	Frcs.	46.80
Monteure . . . . .	0.3	"	8.00	"	2.40
Vorarbeiter . . . . .	32.9	"	6.00	"	197.40

Uebertrag Frcs. 246.60

Locomotivführer . . . . .	2.2 à	Frcs.	6.00	"	13.20
Wagner . . . . .	1.3	"	6.00	"	7.80
Werkstättenarbeiter . . . . .	36.2	"	5.50	"	199.10
Zimmerleute . . . . .	8.9	"	5.00	"	44.50
Sattler . . . . .	1.3	"	5.00	"	6.50
Glaser . . . . .	1.3	"	5.00	"	6.50
Schlosser . . . . .	1.4	"	5.00	"	7.00
Schmiede . . . . .	11.5	"	5.00	"	57.50
Schmiedehelfer . . . . .	11.5	"	3.50	"	40.25
Mineurs . . . . .	31.2	"	4.00	"	124.80
Schutterer . . . . .	336.0	"	3.50	"	1176.00
Handlanger . . . . .	206.0	"	3.50	"	721.00
Laufburschen . . . . .	15.6	"	2.80	"	43.68
Fuhrknechte . . . . .	1.2	"	3.80	"	4.56
Pferde . . . . .	1.2	"	8.00	"	9.60
Zusammen Frcs. 2708.59					

#### B. Löhne bei Bohrmaschinen-Reparatur.

Mechaniker . . . . .	2.7 à	Frcs.	20.00	Frcs.	54.00
Schmiedemeister . . . . .	2.7	"	7.00	"	18.90
Werkführer . . . . .	2.7	"	8.00	"	21.60
Modellschreiner . . . . .	2.7	"	5.00	"	13.50
Giesser . . . . .	5.3	"	5.00	"	26.50



Uebertrag Frcs. 134·50			
Schlosser . . . . .	89·0 à Frcs.	5·00	" 445·00
Schmiede . . . . .	11·6 " "	5·00	" 58·00
Schmiedhelfer . . . . .	11·6 " "	3·50	" 40·60
Handlanger . . . . .	16·6 " "	3·50	" 58·10
Laufburschen . . . . .	2·7 " "	2·80	" 7·56
Zusammen Frcs. 743·76			

### C. Materialverbrauch für den Betrieb

(Erzeugung der comprimierten Luft zu den Bohrmaschinen, Locomotivbetrieb und Ladung).

Schmieröl . . . . .	Ctr.	1·24 à Frcs.	60·00 Frcs.	74·40
Dynamit . . . . .	"	7·72 " "	200·00	" 1544·00
Zündschnüre lfd. Mtr.	598·00	" "	0·06	" 35·88
Kapseln . . . . .	Stück 600·00	" "	0·02	" 12·00
Papier . . . . .	Pfund 10·00	" "	0·50	" 5·00
Zusammen Frcs. 1671·28				

### D. Materialverbrauch für Werkzeug- und Bohr-Reparatur.

Kohle . . . . .	Ctr.	6·84 à Frcs.	5·00 Frcs.	34·20
Schmiedeseisen . . . . .	"	0·48 " "	40·00	" 19·20
Gussstahl . . . . .	"	0·70 " "	120·00	" 84·00
Verbrauchte Schaufelstiele . . . . .	Stück 4·10	" "	1·50	" 6·15
Verbrauchte Hammerstiele . . . . .	Stück 4·10	" "	0·40	" 1·64
Zusammen Frcs. 145·19				

### E. Materialverbrauch für Bohrmaschinen-Reparatur.

Kohle . . . . .	Ctr.	17·16 à Frcs.	5·00 Frcs.	85·80
Schmiedeseisen . . . . .	"	1·16 " "	40·00	" 46·40
Bronce . . . . .	"	0·45 " "	120·00	" 54·00
Gussstahl . . . . .	"	1·74 " "	120·00	" 208·80
Zusammen Frcs. 395·00				

### Recapitulation.

A. } Löhne . . . . .	Frcs.	2708·59
B. } " . . . . .	"	743·76
C. } " . . . . .	"	1671·28
D. } Materiale . . . . .	"	145·19
E. } " . . . . .	"	395·00
An Prämien entfielen . . . . .	"	407·90

Totalkosten für 100<sup>k<sub>bm</sub></sup> Frcs. 6071·72

Es wurden Frcs. 60·60 in die Tabelle aufgenommen.

Mittelst Handbohrung wurden im Monate December 309·5 Current-Meter aufgefahren.

Auf 100<sup>k<sub>bm</sub></sup> wurden 833 Bohrlöcher nothwendig, wobei 6670·00 Bohrer stumpf geschlagen wurden, weiters sind 4·8 Bohrschlägel reparaturbedürftig geworden. Verbraucht wurden 5·2 Pickel- und Schlägelstiele, 4·2 Schaufel- und 4·2 Hammerstiele.

Für 100<sup>k<sub>bm</sub></sup> wurden erforderlich:

### A. Schichten und Löhne.

Ingenieure . . . . .	2·6 à Frcs.	18·00 Frcs.	46·80
Aufseher . . . . .	19·1 " "	7·00	" 133·70
Vorarbeiter . . . . .	1·9 " "	6·00	" 11·40
Locomotivführer . . . . .	1·9 " "	6·00	" 11·40
Wagner . . . . .	1·3 " "	6·00	" 7·80
Zimmerleute . . . . .	7·1 " "	5·00	" 35·50
Sattler . . . . .	1·0 " "	5·00	" 5·00
Glaser . . . . .	1·0 " "	5·00	" 5·00
Schlosser . . . . .	2·3 " "	5·00	" 11·50
Schmiede . . . . .	20·3 " "	5·00	" 101·50
Schmiedhelfer . . . . .	20·0 " "	3·50	" 70·00
Mineure . . . . .	834·0 " "	4·00	" 3336·00
Schutterer . . . . .	610·0 " "	3·50	" 2135·00
Handlanger . . . . .	52·7 " "	3·50	" 184·45
Laufburschen . . . . .	47·5 " "	2·80	" 133·00
Fuhrknechte . . . . .	20·7 " "	3·80	" 78·66
Pferde . . . . .	19·4 " "	8·00	" 155·20
Zusammen Frcs. 6461·91			

### B. Materiale für Betrieb.

Dynamit . . . . .	Ctr.	5·58 à Frcs.	200·00 Frcs.	1116·00
Zündschnüre, lfd. Mtr.	2500·00	" "	0·06	" 150·00
Kapseln . . . . .	Stück 1000·00	" "	0·02	" 20·00
Papier . . . . .	Pfund 41·70	" "	0·50	" 20·85
Zusammen Frcs. 1306·85				

### C. Materiale für Reparatur und Werkzeuge, Locomotivbetrieb, Rollwagen etc.

Schmiedkohle . . . . .	Ctr.	33·65 à Frcs.	5·00 Frcs.	168·25
Schmiedeseisen . . . . .	"	2·23 " "	40·00	" 89·20
Gussstahl . . . . .	"	3·33 " "	120·00	" 399·60
Schmieröl . . . . .	"	0·58 " "	60·00	" 34·80
Pickel-, Schlägel- und Schaufelstiele Stück	9·40	" "	1·50	" 14·10
Hammerstiele . . . . .	4·20	" "	0·40	" 1·68
Zusammen Frcs. 707·63				

### Recapitulation.

A. Löhne . . . . .	Frcs.	6461·91
B. } " . . . . .	"	1306·85
C. } Materiale . . . . .	"	707·63

Totalkosten für 100<sup>k<sub>bm</sub></sup> Frcs. 8476·39

1<sup>k<sub>bm</sub></sup> erscheint in der Tabelle mit Frcs. 84·60 verrechnet.

Wir gelangen nun zum Vollaussbruch, und folgt hier (s. Tabelle F) die tabellarische Zusammenstellung der von mir gesammelten Daten.

Es resultirt hieraus, dass 1<sup>k<sub>bm</sub></sup> Vollaussbruch durchschnittlich auf die Summe von Frcs. 27·30 kam, wobei ich natürlich die Positionen mit Frcs. 62·50 und Frcs. 62 per 1<sup>k<sub>bm</sub></sup> aus der Berechnung wegliess. Ich glaube, dass es wohl nicht nothwendig sei, hier auch noch eine Special-Analyse folgen zu lassen.

Tabelle F.

## Kosten-Entwicklung für den Tunnel-Vollausbruch.

Monat	Jahr	Arbeits- Fortschritt	Durch- schnittl. täg- l. Arbeits- Fortschritt	Betrieb	Kosten per 1 <sup>km</sup> Ausbruch	Petrographische Verhältnisse	Bemerkungen
		Meter			Francs		
December ..	1873	7.00			—		Die Posten pr. Frcs. 62.5 u. 62 weglassend, kommt durch- schnittlich 1 <sup>km</sup> Vollaushub auf Frcs. 27.30 zu stehen.
Jänner .....		38.93			28.45		
Februar .....		18.87			34.00		
März .....		—			—		
April .....		3.30			—		
Mai .....		4.40			—		
Juni .....		7.59			—		
Juli .....	1874	21.00			18.80		
August .....		14.83			29.80		
September ..		4.00			62.50		
October .....		8.10			22.00		
November ..		3.30			26.00		
December ..		9.50			62.00		

Ich übergehe nun noch einen Moment zu den Kosten der Handbohrung überhaupt.

Es resultirte, dass:

1<sup>km</sup> Firststollen-Ausbruch bei Handbetrieb . . Frcs. 50.00  
 1<sup>km</sup> " " in den seitlichen Er-  
 weiterungen . . . . . " 67.50  
 1<sup>km</sup> Firststollen-Ausbruch im Sohlenschlitz . . " 63.40  
 1<sup>km</sup> " " Vollaushub . . . . . " 27.30  
 kostete, wobei das Gebirge überall Gneis oder Gneisgranit war. Bezüglich des Firststollens wird sich eben nur sagen lassen, dass derselbe noch billiger hätte betrieben werden können. Was jedoch die seitlichen Erweiterungen und den Sohlenschlitz anlangt, wo die Kosten in natürlich ganz ungereimter Weise noch bedeutend höher sind als im Firststollen, ist eben einfach zu erklären, dass nur die Arbeit in eigener Regie ohne verlässliche Aufsicht die Schuld daran tragen konnte, was übrigens auch leicht zu beweisen ist. Wenn wir z. B. die Analysen für die seitlichen Erweiterungen und den Sohlenschlitz näher betrachten, so finden wir per 100<sup>km</sup> Ausbruch entsprechend 828 Mineure, 262.5 Schutterer und 834 Mineure, 610 Schutterer, also an der ersten Arbeitsstelle 8.28 Mineure und 2.63 Schutterer, an der zweiten Arbeitsstelle 8.34 Mineure und 6.10 Schutterer per 1<sup>km</sup> Ausbruch, also Positionen, über welche wohl kein Zweifel bestehen kann.

Für schwerer schiessbares Gestein, und solches war in den Jahren 1873 und 1874 auf der Göscherer Seite vorhanden, hätten in den seitlichen Erweiterungen und im Sohlenschlitz durchschnittlich maximum 4 Mineure per 1<sup>km</sup> Ausbruch genügen sollen. Wenn ferner schon die 2.60 Schutterer in der seitlichen Erweiterung jedenfalls viel sind, so kann über die an zweiter Arbeitsstelle resultirenden 6.10 Schutterer per 1<sup>km</sup> jedes weitere Urtheil wegfallen\*).

Auch der Vollaushub per Frcs. 27.30 ist nicht billig und kann ich nur anführen, dass heute derartige im Accord vergebene Arbeiten zwischen 17—23 Frcs. zu stehen kommen.

\*) Es könnte wohl auch denkbar sein, dass mit der jedenfalls richtigen Total-Aufnahme aus Versehen eine nicht ganz angemessene Vertheilung auf die einzelnen Arbeitsplätze erfolgte.

Es dürfte nicht uninteressant sein, hier einige Resultate bei Anwendung des Handbetriebes für Tunnel, welche in der Nähe von Göschenen und ebenfalls im Gneisgranit liegen, auszuweisen anzuführen.

I. Wattinger Kehrtunnel, 1093<sup>m</sup> lang. Sohlenstollen wurde von beiden Seiten zu treiben begonnen und zusammen 300.3<sup>m</sup> Gesamtlänge vorgetrieben; ausserdem wurden 17<sup>m</sup> Vollaushub erzeugt. Die Kosten für 1 Current-Meter Stollen betrugen Frcs. 197 oder Frcs. 32.33 per 1<sup>km</sup> Ausbruch.

Der Vollaushub abzüglich des Sohlenstollens kostete Frcs. 743.65 per 1 Current-Meter oder Frcs. 14.44 per 1<sup>km</sup> hienach 1<sup>m</sup> ausgebrochener zweispuriger Tunnel Frcs. 941.50.

Diese Preise müssten, da die allgemeinen Auslagen nicht mitgerechnet wurden, da ferner für eine Installation noch nicht vorgesorgt ist, da die Förderung noch sehr gering war etc., um mindestens 20% erhöht werden, um die factischen zu erhoffenden Auslagen zu erhalten.

Es käme hienach:

1<sup>km</sup> Stollenausbruch auf Frcs. 40.—,

1<sup>km</sup> Vollaushub auf Frcs. 19.—

Gebirge einerseits klüftiger Gneisgranit und andererseits feinkörniger Gneisgranit.

Betrieb drei Schichten à acht Stunden etc.

II. Im Leggistein-Kehrtunnel, 1089<sup>m</sup> lang, wo das Gebirge quarzreicher Gneisgranit ist und bereits 213.93<sup>m</sup> Stollen vorgetrieben wurden, wird nach ähnlichem Raisonement wie oben

1<sup>km</sup> Stollenausbruch auf Frcs. 45.—,

1<sup>km</sup> Vollaushub auf Frcs. 20.— bis 22.—

zu stehen kommen, welche Resultate jedenfalls so ziemlich der Wahrheit entsprechen werden.

III. Im Rohrbach-Naxberg-Tunnel, 1563<sup>m</sup> lang, wo das Gebirge Granit und Augengneis ist, auch Glimmer und Talkschiefer vorkommt und zusammen 468.78<sup>m</sup> Stollen und Seitenstollen beendet wurden, dürften, ähnlich für einen Kubik-Meter Stollenausbruch, Frcs. 37 resultiren u. s. w.

Wenn demnach der Vollaushub im Gotthard-Tunnel (IV a, IV b, IV c,) bei Gneisgranit, exclusive Installations-Kosten und exclusive der Förderung, aber inclusive Verladung mit 20, für Gneisglimmerschiefer mit Frcs. 15 per einen Kubik-Meter berechnet wird, so sind dies jedenfalls Beträge, mit denen heute ausgereicht werden dürfte. Bezüglich der seitlichen Erweiterungen und des Sohlenschlitzes will ich mich nicht weiter einlassen, da selbe bei dem bestehenden Betriebe vorzugsweise mit Maschinenbohrung aufgeföhren werden müssen.

Als Gesamttresultat meiner jetzigen Betrachtungen stelle ich jedoch schliesslich noch den Grundsatz auf:

Die Anwendung der Maschinenbohrung nach dem gegenwärtig in Anwendung stehenden Stossbohrsysteme erzeugt unbedingt bedeutend grössere Kosten, als die Handbohrung, und wird demnach letztere, wo nur anzuwenden möglich, der Maschinenbohrung stets vorzuziehen sein\*).

\*) Ganz anders wird sich diese Sache verhalten, wenn man mit den von Herrn Ingenieur Brandt neu erfundenen Drehbohr-Maschinen

**Kosten-Zusammenstellung**

für 1 Current-Meter Tunnelausbruch im Gneis und Gneisgranit (Durchschnitt der Jahre 1873 und 1874) auf Göschener Seite.

I. Firststollen . . .	6·2 □ <sup>m</sup>	à Frs.	79·00	Frs.	489·80
II. seitliche Erweiterungen	2 × 7·2 □ <sup>m</sup> 14·4 □ <sup>m</sup>	"	67·50	"	972·00
III. Sohlenschlitz	5 × 6 □ <sup>m</sup>	"	11·0 □ <sup>m</sup>	"	58·00
		"		"	638·00
IV. Vollaussbruch	28·7 □ <sup>m</sup>	"	27·30	"	783·51
	60·3 □ <sup>m</sup>				

In diesen ersten vier Positionen sind Förderung, Aufsicht, Requisitionen, Reparatur der Maschinen, überhaupt alle Kosten enthalten, welche nicht unten separat angeführt erscheinen, was übrigens auch aus den Detail-Analysen erhellt.					
Installationskosten . . . . .	per 1 lfd. Mtr.	"	300·00		
Central-Leitung d. Unternehmung	" " " "	"	60·00		
Geleuchte . . . . .	"	"	50 00		

Summe Frs. 3293·31

Hiezu für alle unvorhergesehenen Fälle, wie besonders Bölzungen etc., dann für Ausmauerung des Canals etc. circa 10% . . . . . " 306·69

Kosten für 1 Current-Meter Tunnelausbruch inclusive Ausmauerung des Canals . . . . . Frs. 3600·00

Hiebei sind die Amortisationsquote, sowie die Inter-cal-Zinsen — wie überall — keiner Berücksichtigung unterzogen.

Es ist wohl nicht besonders zu betonen, dass meine hier gefundene Summe noch um Einiges mit der Wahrheit differiren kann und differiren wird.

Unter allen Umständen können übrigens diese Kosten heute nicht mehr als Basis angenommen werden, da die Zeit manche praktische Vortheile, Verbesserungen der

arbeiten wird. Dieser Drehbohr-Maschine ist schon von anderen auf diesem Gebiete hervorragenden Ingenieuren eine bedeutende Zukunft in Aussicht gestellt worden.

Es resultirte, dass ein laufender Meter Sohlenstollen in sehr festem quarzreichen Gneisgranit inclusive aller Installations-Anlagen, bei Annahme von Wasserkraft zum Betriebe derselben, um maximum Frs. 250.— herzustellen sein wird, selbst wenn der Tunnel eine grössere Länge als 1500<sup>m</sup> haben sollte.

Ferners kann vorausgesetzt werden, dass schon in Bälde, also nach kurzer Durchbildung der Maschinen, zwei Stück ausreichen werden, um einen täglichen Fortschritt von 3<sup>m</sup> zu erzielen (24 Stunden).

Diese wenigen Daten lassen uns erkennen, dass die Arbeit bei fünfmal grösserem Fortschritt dennoch noch billiger würde als die Handbohrung. Für alle kleineren Tunnels, sowie für alle grossen Felseinschnitte, kann man, glaube ich, schon heute bestimmt annehmen, dass die durchschlagenden Vortheile sehr bald zu Tage treten werden.

Wer weiss, ob jedoch nicht auch die Zukunft weiterer grosser Alpentunnels mit dieser schönen Erfindung verknüpft sein wird?

Ich hoffe es bestimmt. Meine selbst aufgestellten Analysen veröffentliche ich deshalb nicht, weil ich die Bewilligung des Herrn Brandt hiezu haben müsste und keineswegs vorgreifen möchte.

Die wenigen von mir oben angeführten Daten können sehr leicht und bald noch günstiger werden.

Maschinen etc. mit sich brachte, welche Umstände naturgemäss in erster Richtung die Kosten beeinflussen mussten.

Ich möchte nun für Gneisgranit als auch für Glimmerschiefer einen anderen Weg zur Kostenberechnung einschlagen, wobei mich die jetzigen Auffassungen und Erfahrungen leiten sollen.

Wenn auch mancher Ansatz ein wenig mit der Wahrheit differiren dürfte, im Grossen und Ganzen wird der Unterschied gewiss ohne Bedeutung sein.

Ich stelle nun vorerst die Kosten für Gneisgranit auf und erwähne sogleich, dass:

Die Kosten der Bau-Aufsicht und Central-Leitung der Unternehmung,  
die Installationskosten,  
die Förderungskosten,  
die Kosten des Betriebes der Installationen, und endlich  
die Kosten des Geleuchtes  
im Totalen bei der Schluss-Zusammenstellung aufgeführt werden.

**I. Firststollen.**

Schichten per Einen Current-Meter Länge.

**Bohrung:**

Postenchef der Bohrung 1 à Frs.	10·00	Frs.	10·00		
Mechanische Gehilfen . 4 "	"	7·00	"	28·00	
Gehilfen bei den Bohrern 6 "	"	4·00	"	24·00	
Gehilfe am Bohrgestelle 1 "	"	4·00	"	4·00	
Handlanger zum Wassertragen u. Oeleingiessen 3 "	"	3·50	"	10·50	
Laufburschen . . . . 1 "	"	2·80	"	2·80	79·30
Ladung: Feuerwerker 2 "	"	6 00	"	12·00	12·00
Postenchef der Schut-					
terung . . . . . 1 "	"	6·00	"	6 00	
Schutterer (Marineure) 18 "	"	3·50	"	63·00	
Arbeiter für Brustabschlagen und Oberbauvorlagen . . . 4 "	"	4·00	"	16·00	85·00
Summe der Löhne					Frs. 176·30

**Verbrauchs-Materiale für Ladung.**

Dynamit 4·2 <sup>kg</sup> per 1 <sup>kbm</sup>					
also 6·2 × 4·2 = 26 <sup>kg</sup>	à Frs.	4·00	Frs.	104·00	
Zündschnüre lfd. Mtr. 60 "	"	0 06	"	3·60	
Kapseln . . . Stück 35 "	"	0·02	"	0·70	
Papier . . . Pfund 1·2 "	"	0·50	"	0·60	
Summe Frs.					108·90

**Maschinen-Reparatur.**

In Folge Verbesserung der Maschinen ist selbe jetzt verhältnissmässig geringer zu berechnen. Wir nehmen eine Maschine per 1 lfd. Mtr. als reparaturbedürftig an, und obwohl nach Tabelle A eine Maschinen-Reparatur bloss mit Frs. 43 resultirt, setze ich dennoch an Frs. 50·00  
Summe Frs. 50·00

Uebertrag Frs. 335·20

Für Bohrspitzen (140 St.), Werkzeug-Reparatur, inclusive Materiale und Verbrauch an Werkzeug	Frs. 40·00	40·00
Schmieröl für Bohrmaschinen	" 2·00	2·00
<b>Totalsumme</b>	<b>Frs. 377·20</b>	

## II. Seitliche Erweiterung 7·2□<sup>m</sup>. Schichten-Löhne.

Bohrung: Frs. 79·30 — [1 × 7 + 3 × 4]	Frs. 60·30
Ladung: wie früher	" 12·00
Schutterung: Frs. 85 — [7 × 3·50]	" 60·50
<b>Summe</b>	<b>Frs. 132·80</b>

## Verbrauchs-Materiale für Ladung:

Dynamit 3·2 × 7·2	
zusammen	23 <sup>kg</sup> à Frs. 4·00 Frs. 92·00
Zündschnüre lfd. Mtr. 50	" " 0·06 " 3·00
Kapseln . . . Stück 30	" " 0·02 " 0·60
Papier . . . Pfund 1·1	" " 0·50 " 0·55
<b>Summe</b>	<b>Frs. 96·15</b>

## Maschinen-Reparatur:

0·8 Maschinen à Frs. 50	Frs. 40·00
Bohrerspitzen (100), Werkzeug-Reparaturen und Verbrauch	" 30·00
Schmieröl für Bohrmaschinen	" 1·40
<b>Summe total</b>	<b>Frs. 300·35</b>

Es kommen hienach per 1<sup>kbm</sup> seitlicher Erweiterung für berechnete Positionen rund Frs. 42.— und können wir ohne merklichen Fehler auch den Sohlenschlitz erster Etage (III a) mit demselben Preise berechnen.

## IV. Sohlenschlitz unterer Etage:

Bohrung: Frs. 79·30 — [1 × 7 + 2 × 4]	Frs. 64·30
Ladung: wie früher	" 12·00
Schutterung: Frs. 85 — [4 × 3·50]	" 71·00
<b>Summe</b>	<b>Frs. 147·30</b>

## Verbrauchs-Materiale für Ladung:

Dynamit 6 × 3·2 <sup>kg</sup> =	
= 19·2 <sup>kg</sup> à Frs. 4·00	Frs. 76·80
Zündschnüre und Kapseln	" 3·60
Papier . . . Pfund 1·1 à Frs. 0·50	" 0·55
<b>Summe</b>	<b>Frs. 80·95</b>

## Maschinen-Reparatur:

0·9 Maschinen à Frs. 50.—	Frs. 45·00
Bohrerspitzen, Werkzeug-Reparatur und Verbrauch	" 2·00
<b>Totalsumme</b>	<b>Frs. 305·25</b>

Für Glimmerschiefer will ich die Löhne ganz ungeändert lassen, da ein Bohr- oder Abtreibeposten kaum mehr aus weniger Mann bestehen kann und die Bohr-

oder Abräumezeit wenigstens jetzt keinen Einfluss auf die Kosten nimmt \*). Alle übrigen Posten ändern sich dagegen bedeutend.

## I. Firststollen.

Löhne zusammen . . . . . Frs. 176·30

## Verbrauchs-Materiale für Ladung:

Dynamit 3 <sup>kg</sup> per 1 <sup>kbm</sup>	
also 6·2 × 3 = 18·6 <sup>kg</sup> à Frs. 4·00	Frs. 74·40
Zündschnüre, lfd. M. 50·0	" " 0·86 " 3·00
Kapseln . . . Stück 30·0	" " 0·02 " 0·60
Papier . . . Pfund 0·8	" " 0·50 " 0·40
<b>Summe</b>	<b>Frs. 254·70</b>
Maschinen-Reparatur 0·4 Maschinen à Frs. 50	" 20·00
Bohrerspitzen (60), Werkzeug-Reparatur und Verbrauch	" 22·00
Schmieröl für Bohrmaschinen	" 2·00
<b>Totalsumme</b>	<b>Frs. 298·70</b>

## II. Seitliche Erweiterungen:

Löhne . . . . . Frs. 132·80

## Materiale für Ladung:

Dynamit 2·5 <sup>kg</sup> × 7·2 =	
= 18 <sup>kg</sup> à Frs. 4·00	Frs. 72·00
Zündschnüre, lfd. Mtr. 40·0	" " 0·06 " 2·40
Kapseln . . . Stück 22·0	" " 0·02 " 0·44
Papier . . . Pfund 0·7	" " 0·50 " 0·35
Maschinen-Reparatur 0·3 Maschinen à Frs. 50	Frs. 15·00
Bohrerspitzen (50), Werkzeug-Reparatur und Verbrauch	" 20·90
Schmieröl für Bohrmaschinen	" 1·40
<b>Totalsumme</b>	<b>Frs. 244·39</b>

Hienach können wir die Kosten per 1<sup>kbm</sup> Ausbruch mit  $\frac{244·39}{7·2}$ , rund Frs. 34 ansetzen, welchen Preis ich auch für die obere Etage des Sohlenschlitzes beibehalte.

## IV. Sohlenschlitz unterer Etage:

Löhne . . . . . Frs. 147·30

## Materiale für Ladung:

Dynamit 2·5 <sup>kg</sup> × 6 =	
= 15 <sup>kg</sup> à Frs. 4·00	Frs. 60·00
Zündschnüre, lfd. Mtr. 36	" " 0·06 " 2·16
Kapseln . . . Stück 20	" " 0·02 " 0·40
Papier . . . Pfund 0·6	" " 0·50 " 0·30
<b>Summe</b>	<b>Frs. 62·86</b>

\*) Eine Schichte dauert jetzt nur so lange, als die Bohr- oder Abräumezeit währt. Da nun selbe schon seit längerem kurz sind, so liegt natürlich die Idee sehr nahe, dass man die Arbeiter, die z. B. die Bohrung an einer Arbeitsstelle vollenden, sofort zu einer anderen gehen lässt, wo natürlich alles bereit stehen müsste. Man könnte so in einer Schichte zwei Bohrposten bewältigen, da ja die Bohrzeit kaum vier Stunden per Posten beträgt. Wenn man auch etwas mehr an Lohn

Uebertrag Frchs. 210·16

Maschinen-Reparatur 0·4 Maschinen à Frchs. 50	"	20·00
Bohrerspitzen (50), Werkzeug-Reparatur und Verbrauch	"	20·00
Schmieröl für Bohrmaschinen	"	2·00
<b>Totalsumme</b>	<b>Frchs.</b>	<b>252·16</b>

Hienach schreite ich nun vorerst zur

**Kosten-Zusammenstellung \*)**für 1 Current-Meter Tunnelausbruch im Gneisgranit  
(rund 60□<sup>m</sup> Ausbruchfläche).

Firststollen 6·1 <sup>kbm</sup>	...	rund Frchs. 377	Maschinenbetrieb
Seitliche Erweiterungen u. Sohlenschlitz I. Etage	19·4 <sup>kbm</sup> à Frchs. 42	" " 815	
Sohlenschlitz II. Etage 6·0 <sup>kbm</sup>	" "	305	
Strossenabbau 28·7 <sup>kbm</sup> à Frchs. 20	" "	574 Handb.	
Bau-Aufsicht und Central-Leitung der Bau-Unternehmung	" "	200	
Installationskosten	" "	300	
Förderung (60 <sup>cm</sup> )	" "	300	
Betrieb der Installationen	" "	100	
Geleuchte	" "	50	
<b>Summe</b>	<b>Frchs.</b>	<b>3021</b>	

Hiezu circa 10% für Unvorhergesehenes, worunter Ausbölzungen inbegriffen;  
für Mauerung des Canales und für alles  
noch etwa Uebersehene . . . . . " 279

**Totalkosten Frchs. 3300**

Hier möchte ich folgende Erläuterungen noch beifügen:

- Die Ausbrucharbeiten wurden mit bestimmten Positionen analysirt und die gefundenen Resultate hier beibehalten.
- Die Installationskosten wurden ebenfalls im Capitel I, Installationen, entwickelt.
- Die Förderungskosten habe ich gewissenhaft aufgestellt, und ist hier in Erinnerung zu bringen, dass sowohl die Dienstbahnen, als auch die Fördermittel mit unter Installationskosten inbegriffen sind.
- Bau-Aufsicht und Central-Leitung, sowie die Kosten für den Installations-Betrieb wurden auf gemachte aber immerhin gut überdachte Annahmen hin von mir entwickelt; gestehe ich jedoch offen, dass ich in Bezug der letzteren keine positive Beruhigung habe.
- Das Geleuchte ist mit Frchs. 50. — eher zu hoch angenommen. Für den Hauenstein-Tunnel resultirten bloß Frchs. 40 per 1<sup>m</sup>, ebenso geben auch andere Tabellen etwas geringere Resultate an. Doch viel kann da nicht gefehlt sein.

bezahlen müsste, so bliebe es doch rentabel. Jedenfalls hat die Sache gewiss auch ihre Schwierigkeiten, glaube ich aber dennoch, dass sich hier etwas machen liesse. Jetzt zahlt der Unternehmer einem Bohrposten, sowie einem Abtreibeposten im Firststollen je Frchs. 80.—, an den andern Maschinen-Arbeitsstellen je Frchs. 50.— bis 60.—

\*) Die Kosten der Ausmauerungen habe ich bei allen Kosten-Zusammenstellungen unberücksichtigt gelassen.

**Kosten-Zusammenstellung**für 1 Current-Meter Tunnelausbruch im Gneisglimmerschiefer (rund 60□<sup>m</sup> Ausbruchfläche).

Firststollen 6·2 <sup>kbm</sup>	...	rund Frchs. 300	Maschinenbetrieb
Seitliche Erweiterungen u. Sohlenschlitz I. Etage	19·4 <sup>kbm</sup> à Frchs. 34	" " 660	
Sohlenschlitz II. Etage 6 <sup>kbm</sup>	" "	252	
Strossenabbau 28·7 <sup>kbm</sup> à Frchs. 15	" "	430 Handb.	
Bau-Aufsicht und Central-Leitung der Bau-Unternehmung	" "	200	
Installationskosten	" "	300	
Förderungskosten (60 <sup>kbm</sup> )	" "	300	
Betrieb der Installationen	" "	100	
Geleuchte	" "	40	
<b>Summe</b>	<b>Frchs.</b>	<b>2582</b>	

Hiezu wie früher circa 10% . . . . . " 258

**Totalkosten Frchs. 2840**

Der Unterschied der Kosten bei Gneis und Gneisgranit vis-à-vis jenem bei Glimmerschiefer dürfte auf den ersten Blick zu gering erscheinen. Es ist dies in der Maschinenbohrung, wie dieselbe gegenwärtig gehandhabt wird, begründet, und habe ich in früheren Capiteln bereits auf Alles hingewiesen.

Ich übergebe hiemit diese kleine Arbeit der Oeffentlichkeit. Aus den für mich erreichbaren verhältnissmässig wenigen Daten, die ich mit grossem Interesse sammelte, sowie aus dem Studium aller officiellen Berichte, welche mir in lebenswüdigster Weise zur Verfügung gestellt wurden, endlich aus meinen eigenen Studien in Göschenen selbst, wo mir meine Collegen mit grösster Freundlichkeit alle verlangten Aufschlüsse an Ort und Stelle gaben, erhielt ich eine Summe von Notizen, welche mich dazu aufmunterten, an eine allgemeine Behandlung dieses grossen Objectes zu gehen.

Ohne irgend welches betheiligte Interesse auch nur im Leisesten berühren zu wollen, versuchte ich auch etwas Weniges zur Aufklärung über die Kosten so grosser Tunnels beizutragen, und zu bieten, was ich eben bieten konnte. Alle hochgeehrten Fachgenossen wissen zu erwägen, wie schwer es ist, in derartigen Kosten-Zusammenstellungen das wirklich Richtige zu treffen; wie sehr dies mit allen einzelnen Details und vielfachen andern Umständen derart zusammenhängt, dass selbst Ingenieure, die direct bei solch' einem Werke beschäftigt sind, getheilte Ansicht sein können. Ich bitte daher bei entsprechender Würdigung um Nachsicht, wenn kleinere Differenzen bei den Kosten sich ergeben sollten.

Indem ich schliesse, erachte ich es noch für meine besondere Pflicht, allen Collegen, die mich in meinem Vorhaben unterstützt, den besten Dank zu sagen. Insbesondere gilt dies den Ingenieuren Herrn Rovelli, dessen ich bereits erwähnte, und Herrn Philipp, der mir nicht nur vielfache Daten von der Airoler Seite zur Verfügung stellte und mich über dortige Verhältnisse aufklärte, sondern mir auch bei Zusammenstellung der sehr zeitraubenden tabellarischen Uebersichten in entschiedenster Weise behilflich war.

Den 9. Juni 1877.



Rechtseitige Quaibrücke.

senkrechte Lichtweite 45.65 Meter  
schiefe 22.90  
Stützweite 24.90

Donau-Kanal-Brücke.

senkrechte Lichtweite 55.40 Meter  
schiefe 56.48  
Stützweite 58.90

Linkseitige Quaibrücke.

senkrechte Lichtweite 45.65 Meter  
schiefe 24.34  
Stützweite 26.25

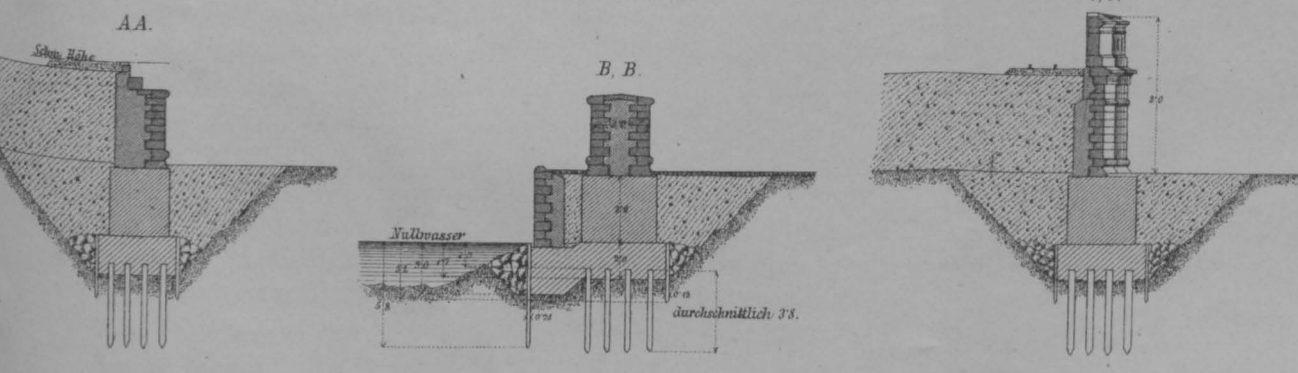
Montirungs-Gerüste.

Uebersichtskarte.

Maßstab 1:400.

Maßstab 1:400.

Querschnitte

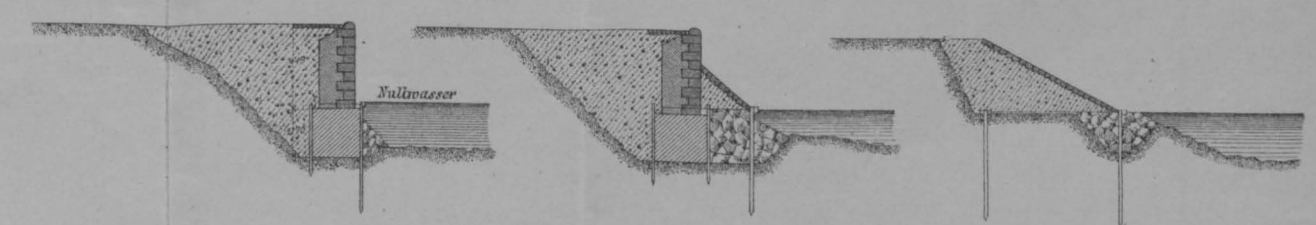


Normalprofil der Quaimauer.

Uferschutz.

Anschluss des Uferpflasters.

Auslauf.



Landungsplatz der k.k. pr. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft.

Quaibahnhof des städtischen Lagerhauses.

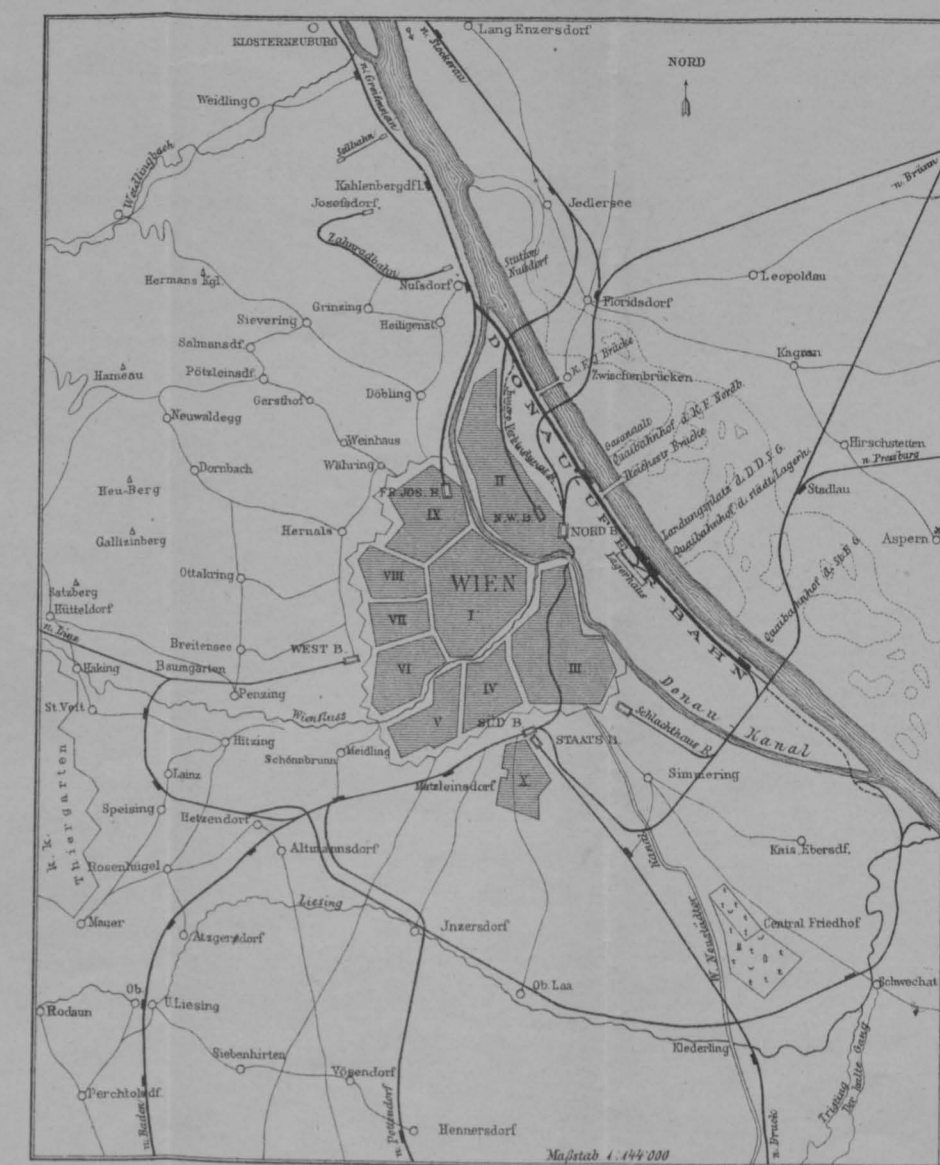
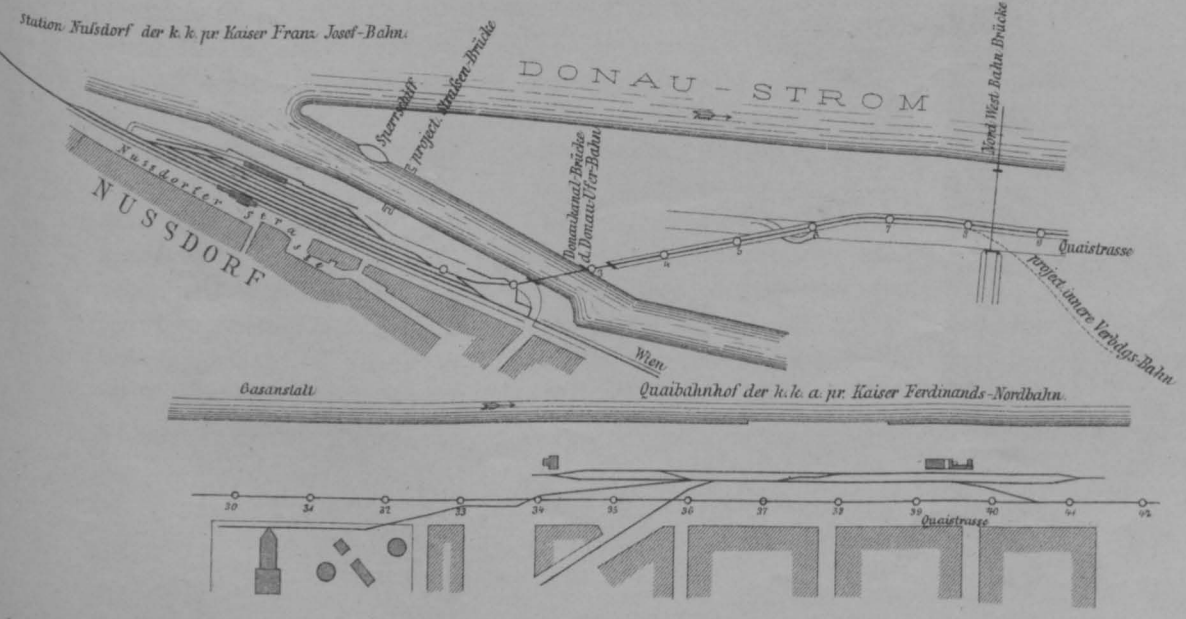
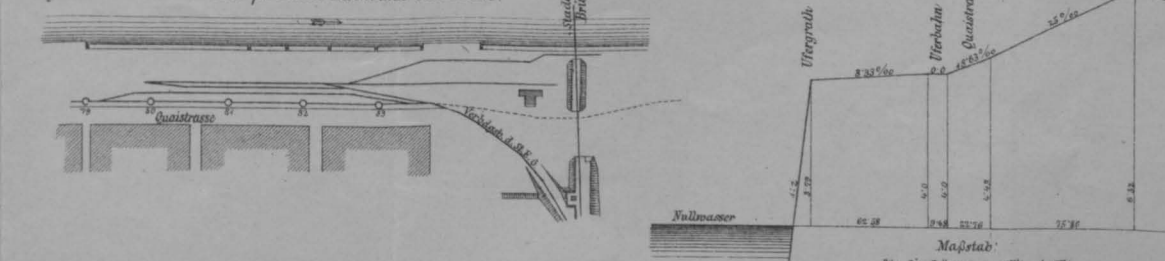
DONAU-STROM

Maßstab 1:40 000

Lagerhaus der Stadt Wien.

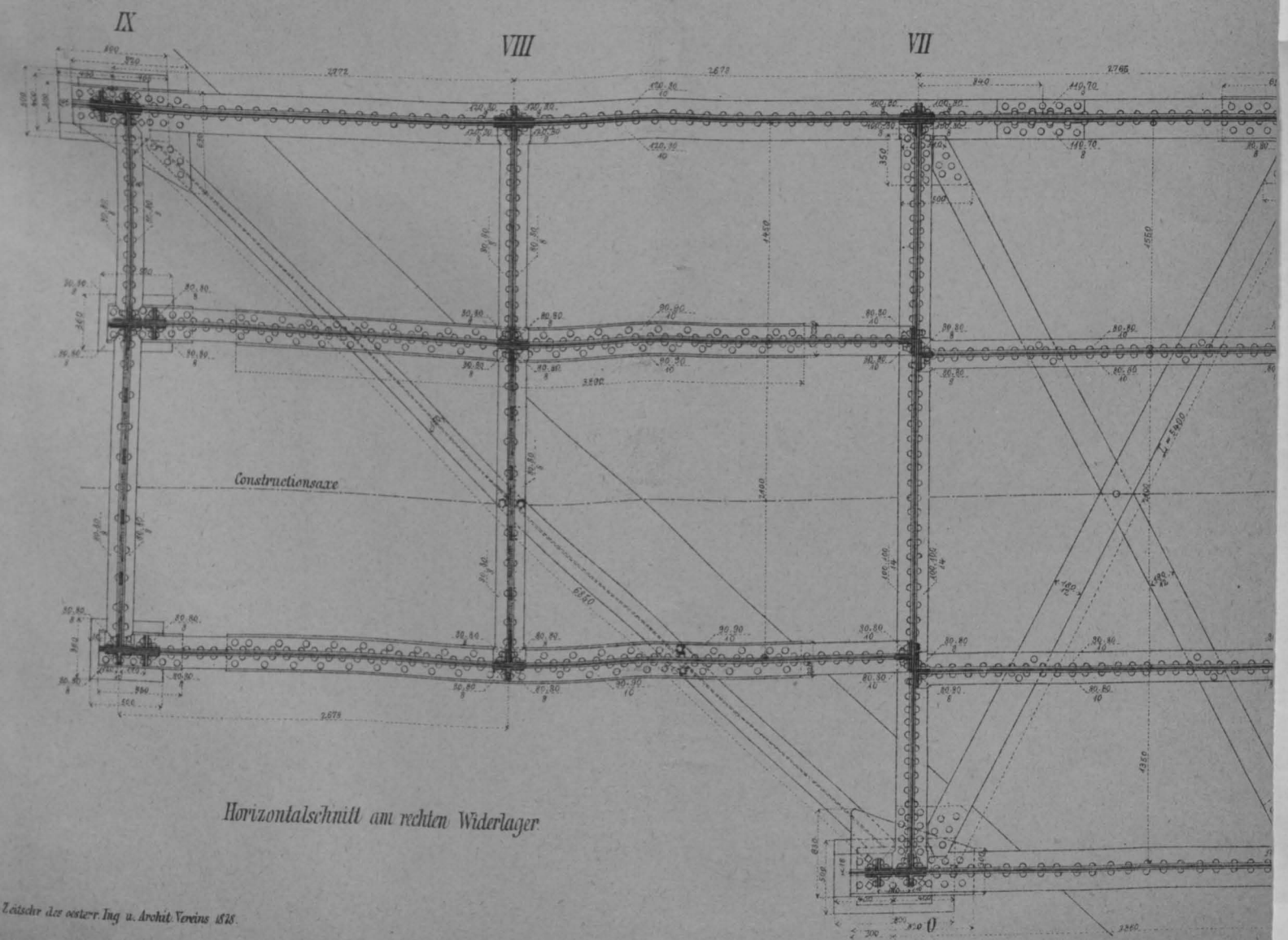
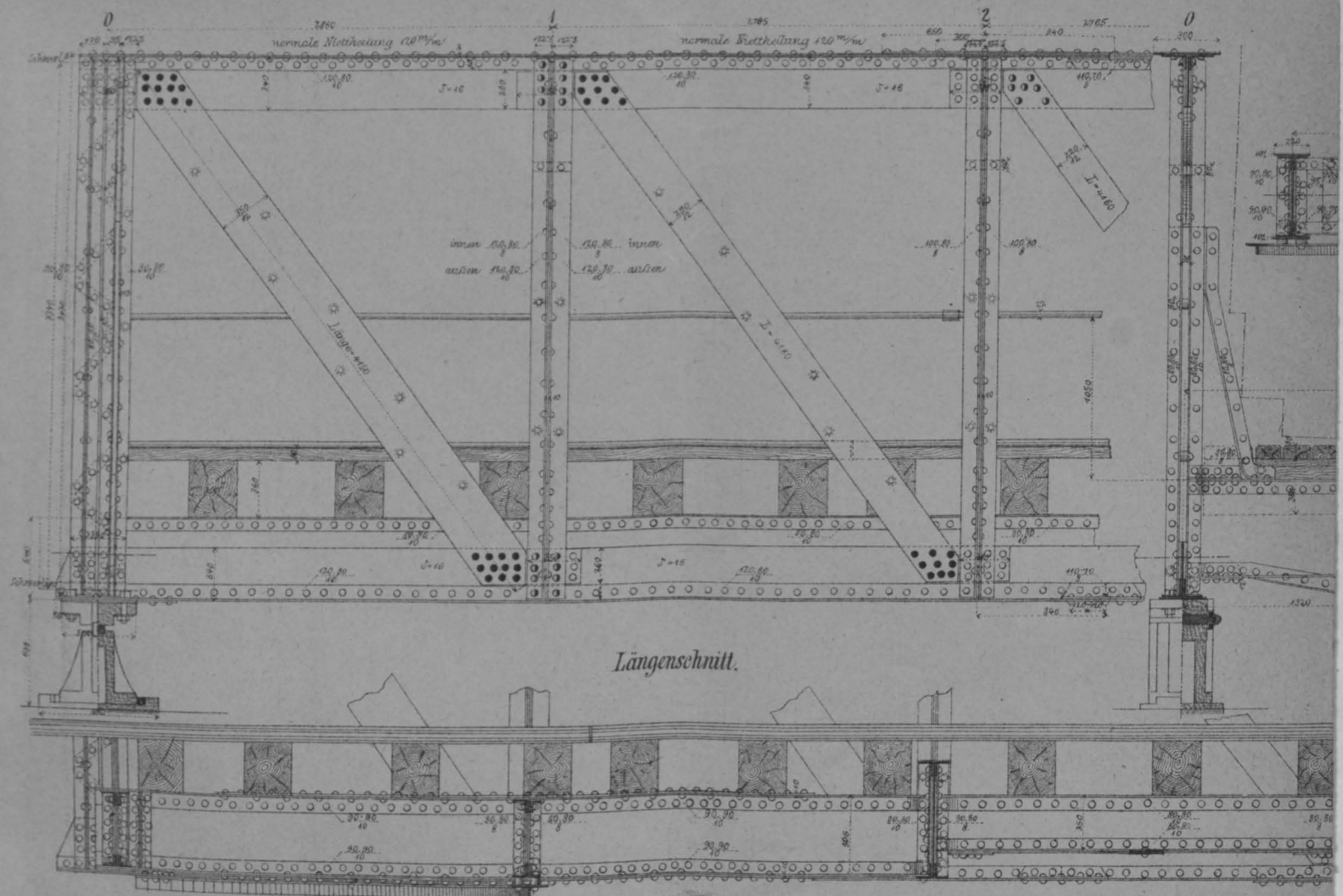
Quaibahnhof d. k.k. östr. pr. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.

Normal-Querprofil des rechten Donau-Quais.

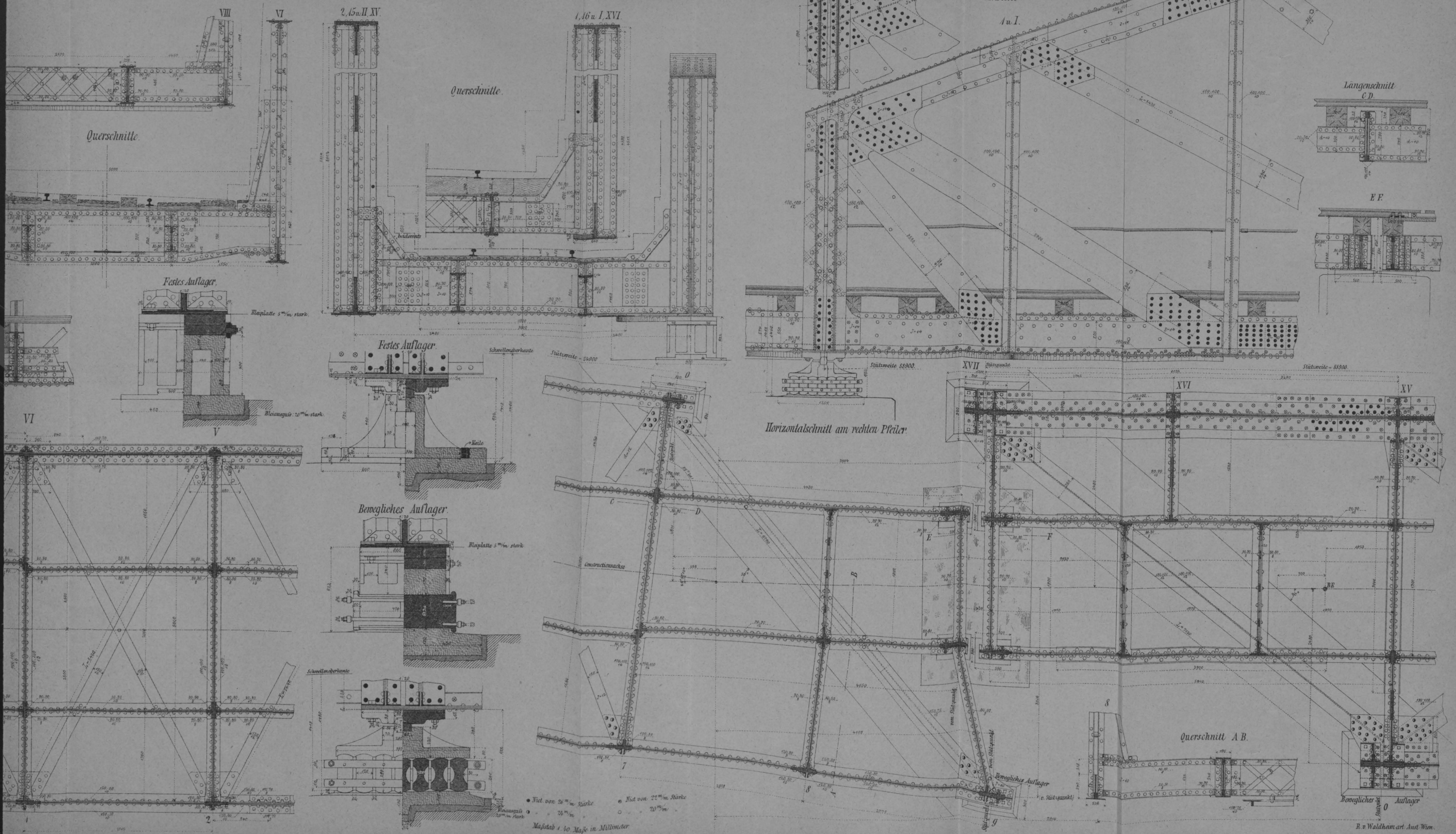




## Ansicht

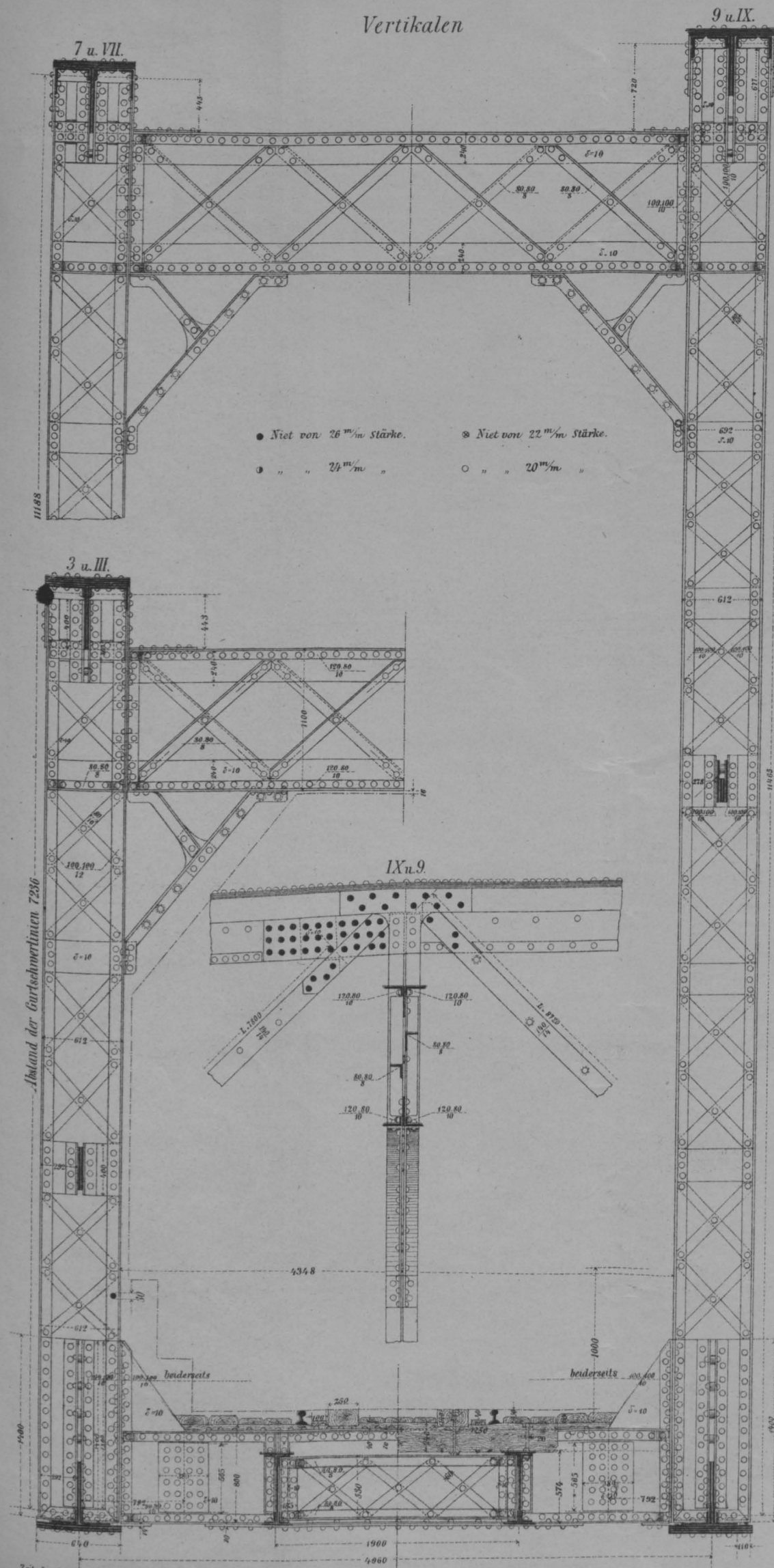








## Vertikalen



Oberer Querverband  
XIII.

